

(19)



(11)

EP 3 489 518 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
29.05.2019 Patentblatt 2019/22

(51) Int Cl.:
F04D 17/16 (2006.01) **F04D 19/04** (2006.01)
F04D 29/60 (2006.01) **F04D 29/52** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17203998.4**

(22) Anmeldetag: **28.11.2017**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(72) Erfinder: **Mekota, Mirko**
35630 Ehringshausen (DE)

(74) Vertreter: **Manitz Finsterwald**
Patent- und Rechtsanwaltspartnerschaft mbB
Martin-Greif-Strasse 1
80336 München (DE)

(71) Anmelder: **PFEIFFER VACUUM GMBH**
35614 Asslar (DE)

Bemerkungen:
Geänderte Patentansprüche gemäß Regel 137(2) EPÜ.

(54) **VAKUUMPUMPE SOWIE ANORDNUNG UND VERFAHREN ZUR HANDHABUNG UND/ODER MONTAGE EINER VAKUUMPUMPE**

(57) Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, mit einem Pumpenkörper und einer daran ausgebildeten Befestigungsvorrichtung, die zumindest eine Eingriffsstruktur zur Verbindung eines Befestigungselements mit dem Pumpenkörper aufweist, wobei die Eingriffsstruktur am Außenumfang des Pumpenkörpers zu-

mindest abschnittsweise unter einem Winkel zu dessen Längserstreckung verläuft, wobei eine Position und/oder Anordnung der Befestigungsvorrichtung entlang der Längserstreckung des Pumpenkörpers in Abhängigkeit des Gewichtsschwerpunkts des Pumpenkörpers gewählt ist.

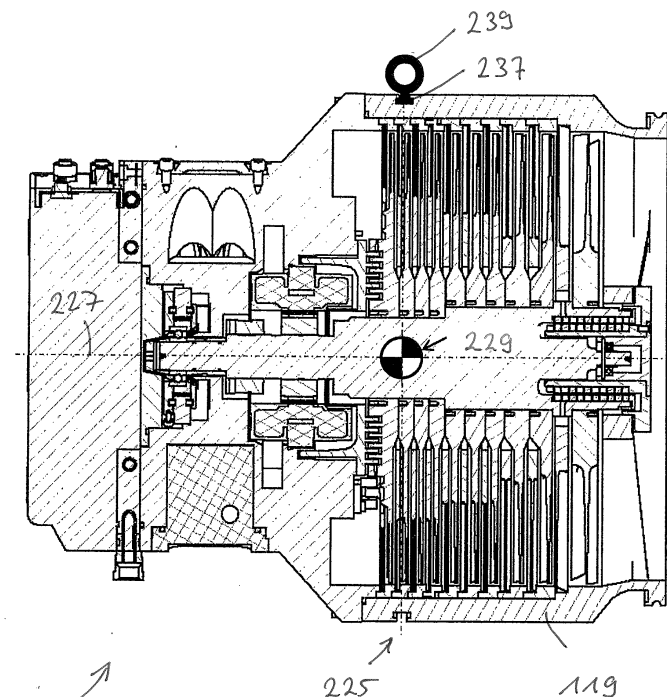


Fig. 10

EP 3 489 518 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe, insbesondere eine Turbomolekularpumpe, sowie eine Anordnung und ein Verfahren zur Handhabung und/oder Montage einer Vakuumpumpe.

[0002] Vakuumpumpen werden häufig in Anlagen eingesetzt, die eine waagerechte Befestigung der jeweiligen Vakuumpumpe erfordern. Dies gilt insbesondere für Turbomolekularpumpen in Saugvermögensklassen größer als 1000 l/s. Als Saugvermögen wird vorliegend der Volumenstrom angesehen, der pro Zeiteinheit durch eine Querschnittsfläche oder einen pumpwirksamen Abschnitt gefördert werden kann. Solche Pumpen können baugrößenbedingt ein hohes Eigengewicht aufweisen. Daher werden solche Pumpen üblicherweise nur mit einer Hebehilfe angehoben. Ebenso erfordert die Ausrichtung der Pumpe sowie deren Befestigung an einer jeweils vorgesehenen Anlage eine geeignete Hebehilfe.

[0003] Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, Pumpen mit einem hohen Eigengewicht durch Umlegen einer Schlaufe anzuheben. Dabei können Hebezeuge, wie zum Beispiel händisch zu betätigende Kräne, zum Einsatz kommen. Allerdings ist das Heben einer Pumpe mit Hilfe einer umgelegten Schlaufe riskant. So kann die Pumpe aus der Schlaufe herausrutschen und herunterfallen, wodurch schwere Schäden oder sogar Verletzungen entstehen können.

[0004] Ferner ist es bekannt, in dem Gehäuse einer Pumpe zumindest ein Gewinde vorzusehen, in das eine Augenschraube eingeschraubt werden kann. Für den jeweiligen Hebe- und Montagevorgang kann dann ein Haken des Hebezeugs in die Augenschraube eingeklinkt werden. Hierdurch wird ein verhältnismäßig sicherer Hebevorgang gewährleistet. Für die Montage der Pumpe ist jedoch nicht nur das Anheben erforderlich, sondern auch die Ausrichtung der Pumpe im Raum. Dies kann bei einer fest vorgegebenen Lage der Augenschrauben am Gehäuse nur mit großen Schwierigkeiten bewerkstelligt werden. Insbesondere ist hierfür erheblicher manueller Krafteinsatz erforderlich, wodurch die beschädigungsfreie Montage der Pumpe in ihrer gewünschten Endstellung wiederum erschwert wird.

[0005] Vor diesem Hintergrund besteht eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, eine Vakuumpumpe anzugeben, die mit verringertem Handhabungsaufwand angehoben, ausgerichtet und/oder montiert werden kann. Ebenso besteht die Aufgabe darin, eine Anordnung sowie ein Verfahren zur Handhabung und/oder Montage einer Vakuumpumpe anzugeben.

[0006] Im Hinblick auf eine Vakuumpumpe ist diese Aufgabe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst worden. Eine erfindungsgemäße Anordnung ist Gegenstand des Anspruchs 13 und ein erfindungsgemäßes Verfahren ist in Anspruch 14 angegeben. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den abhängigen Ansprüchen spezifiziert und werden nachfolgend erörtert.

[0007] Eine erfindungsgemäße Vakuumpumpe, bei

der es sich insbesondere um eine Turbomolekularpumpe handeln kann, weist einen Pumpenkörper und eine daran ausgebildete Befestigungsvorrichtung auf, die zumindest eine Eingriffsstruktur zur Verbindung eines Befestigungselements mit dem Pumpenkörper aufweist. Bei dem Befestigungselement kann es sich beispielsweise um einen Nutenstein handeln (siehe hierzu z.B. DIN 508), der in die Eingriffsstruktur eingeführt wird und das Einschrauben einer sogenannten Augenschraube beziehungsweise Ringschraube (siehe hierzu z.B. DIN 580) ermöglicht. Erfindungsgemäß verläuft die Eingriffsstruktur am Außenumfang des Pumpenkörpers zumindest abschnittsweise unter einem Winkel zu dessen Längserstreckung. Die Eingriffsstruktur verläuft also nicht oder zumindest nicht genau entlang der Längserstreckung des Pumpenkörpers sondern unter einem Winkel zu dieser. Hierdurch wird ermöglicht, dass der Pumpenkörper im angehobenen Zustand um die Längserstreckung herum ausgerichtet wird, wenn ein Befestigungselement innerhalb der Eingriffsstruktur verschoben wird.

[0008] Erfindungsgemäß ist nun vorgesehen, dass eine Position und/oder Anordnung der Befestigungsvorrichtung entlang der Längserstreckung, also in axialer Richtung, des Pumpenkörpers in Abhängigkeit des Gewichtsschwerpunkts des Pumpenkörpers gewählt ist. Durch Wahl der Position und/oder Anordnung der Befestigungsvorrichtung entlang der Längserstreckung des Pumpenkörpers in Abhängigkeit des Gewichtsschwerpunkts kann sichergestellt werden, dass die jeweils gewünschte Neigung des Pumpenkörpers im Raum auch mit nur geringem Kraftaufwand des jeweiligen Bedieners beibehalten werden kann. Die Handhabung und damit letztlich auch die Montage der Vakuumpumpe werden somit insgesamt erleichtert.

[0009] Erfindungsgemäß besteht demnach die Möglichkeit, ein Befestigungselement in oder an der Eingriffsstruktur anzuordnen, insbesondere in formschlüssiger Verbindung, um beispielsweise über eine Augenschraube eine Verbindung zu einem Hebezeug herzustellen. In angehobenem Zustand kann dann eine Rotation des Pumpenkörpers um die Längsachse herum bewerkstelligt werden, ohne dass die Aufrechterhaltung der Lage der Längsachse des Pumpenkörpers im Raum einen hohen Kraftaufwand erfordert. Dementsprechend einfach und ohne die Gefahr des Verkantens des jeweils eingesetzten Befestigungselements in oder an der Eingriffsstruktur kann die Rotationslage des Pumpenkörpers um die Längsachse oder Längserstreckung präzise eingestellt werden. Der gesamte Handhabungs- und Montageaufwand kann daher mit geringem manuellem Kraftaufwand erfolgen.

[0010] In vorteilhafter Weise ist die Eingriffsstruktur zur verschiebbaren Führung eines Befestigungselements ausgebildet, insbesondere für eine verschiebbare Führung entlang einer Umfangsorientierung des Pumpenkörpers. Durch die verschiebbare Führung kann die Ausrichtung der Rotationslage des Pumpenkörpers in angehobenem Zustand einfach und ohne die Gefahr von Fehl-

bedienungen oder Verletzungen erfolgen. Insbesondere wird durch die verschiebbare Führung gewährleistet, dass während einer Rotation des Pumpenkörpers um die Längsachse und der damit einhergehenden Verschiebung eines Befestigungsmittels in oder an der Eingriffsstruktur das Befestigungsmittel nicht verkantet.

[0011] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung verläuft die zumindest eine Eingriffsstruktur entlang einer Umfangsorientierung des Pumpenkörpers, insbesondere orthogonal oder im Wesentlichen orthogonal zur Längserstreckung des Pumpenkörpers. Auf diese Weise kann eine Ausrichtung des Pumpenkörpers um die Längsachse beziehungsweise um die Längserstreckung besonders handhabungsfreundlich vorgenommen werden.

[0012] Die Eingriffsstruktur kann den Außenumfang des Pumpenkörpers abschnittsweise oder auch vollständig umlaufen. Eine abschnittsweise vorgesehene Eingriffsstruktur ermöglicht dabei eine Ausrichtung zwischen zwei Grenzwinkellagen, so dass durch die Position der abschnittsweise ausgebildeten Eingriffsstruktur eine Orientierungsvorgabe für die Endmontagestellung geschaffen werden kann. Bei einer vollständig umlaufenden Eingriffsstruktur lässt sich der Pumpenkörper im angehobenen Zustand vollständig um die eigene Längsachse drehen, so dass sämtliche Rotationslagen für die Endmontagestellung eingestellt werden können.

[0013] In vorteilhafter Weise umläuft die Eingriffsstruktur dabei den Außenumfang durchgehend. Dementsprechend ist die Eingriffsstruktur ringförmig in den Außenumfang des Pumpenkörpers eingebracht oder an diesem vorgesehen und damit endlos ausgebildet. Anfang und Ende der Eingriffsstruktur gehen in letzterer Ausgestaltung also nahtlos ineinander über.

[0014] In besonders bevorzugter Weise ist die zumindest eine Eingriffsstruktur axial auf der Höhe des Gewichtsschwerpunkts des Pumpenkörpers positioniert. Dementsprechend ist die zumindest eine Eingriffsstruktur in Bezug auf die Längserstreckung oder Längsachse des Pumpenkörpers in einer Position angeordnet, die mit der Position des Gewichtsschwerpunkts des Pumpenkörpers entlang der Längserstreckung oder Längsachse übereinstimmt. Auf diese Weise kann mit nur einer Eingriffsstruktur eine handhabungsfreundliche Montage sichergestellt werden. So wird durch diese Anordnung der Eingriffsstruktur sichergestellt, dass ohne zusätzlichen Stützaufwand durch den Bediener eine im Wesentlichen waagerechte Ausrichtung des Pumpenkörpers in angehobenem Zustand der Vakuumpumpe beibehalten werden kann.

[0015] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vakuumpumpe weist die Befestigungsvorrichtung eine Mehrzahl von Eingriffsstrukturen auf. Durch eine Mehrzahl von Eingriffsstrukturen lassen sich die Befestigungssicherheit für die jeweiligen Hebemittel und auch die Lagestabilität im angehobenen Zustand der Pumpe erhöhen.

[0016] Dabei sind in vorteilhafter Weise zumindest zwei Eingriffsstrukturen axial beidseitig des Gewichts-

schwerpunkt des Pumpenkörpers positioniert. Insbesondere fassen die zwei Eingriffsstrukturen den Gewichtsschwerpunkt axial ein. Entlang der Längsachse des Pumpenkörpers gesehen ist somit eine Eingriffsstruktur vor dem Gewichtsschwerpunkt und eine weitere Eingriffsstruktur hinter dem Gewichtsschwerpunkt angeordnet. Ein unerwünschtes Neigen der Längsachse im Raum während des Anhebens und/oder des Montierens der Vakuumpumpe kann auf diese Weise sicher vermieden werden.

[0017] In besonders vorteilhafter Weise ist der axiale Abstand einer Eingriffsstruktur zum Gewichtsschwerpunkt mit dem axialen Abstand einer weiteren Eingriffsstruktur zum Gewichtsschwerpunkt übereinstimmend ausgewählt. Dies gewährleistet eine gleichmäßige Belastung der jeweils eingesetzten Lastaufnahme beziehungsweise Anschlagmittel und/oder der jeweiligen Tragmittel des Hebezeugs. Ebenso ist es möglich, dass die Eingriffsstruktur unterschiedliche axiale Abstände zum Gewichtsschwerpunkt aufweisen, wodurch eine größere Gestaltungsfreiheit bei der Wahl der Position der einzelnen Eingriffsstrukturen besteht.

[0018] Weiter bevorzugt ist die Eingriffsstruktur als nutartige Vertiefung und/oder zur Aufnahme zumindest eines Nutensteins ausgebildet ist. Dabei kann bevorzugt ein Nutenstein innerhalb der nutartigen Vertiefung verschiebbar sein. Die Verwendung von Nutensteinen und die entsprechende Ausbildung der Eingriffsstruktur als nutartige Vertiefung erlaubt ein zeitsparendes und handhabungsfreundliches Anheben des Pumpenkörpers, da etwaige Nutensteine mit nur wenigen Handgriffen mit einer derartigen Eingriffsstruktur verbunden werden können. Bei der nutartigen Vertiefung handelt es sich bevorzugt um eine T-Nut. Dementsprechend weist die Nut im Querschnitt eine T-Form auf, wodurch in besonders einfacher Weise eine formschlüssige Kopplung mit einem Befestigungselement, das insbesondere als Nutenstein ausgebildet ist, erzeugt werden kann.

[0019] Ebenso kann es von Vorteil sein, wenn die zumindest eine Eingriffsstruktur als stegartiger Vorsprung und/oder zur Führung eines komplementär geformten Befestigungselements ausgebildet ist, insbesondere einem Nutenstein mit darin ausgebildeter nutartiger Vertiefung, die einen beispielsweise T-förmigen Steg umgreift. Solche stegartigen Vorsprünge können einfach gefertigt werden und gestatten ebenfalls eine sichere Befestigung und geeignete Führung für komplementär geformte Befestigungselemente.

[0020] Weiterhin kann es von Vorteil sein, wenn die Eingriffsstruktur einen Einführabschnitt für ein Befestigungselement aufweist und/oder wobei der Einführabschnitt zum Einführen eines Befestigungselements quer zum Längsverlauf der Eingriffsstruktur ausgebildet ist. Somit kann das jeweilige Befestigungselement nur für die Durchführung der jeweiligen Handhabungs- und Montageaufgabe in die Eingriffsstruktur eingebracht oder an dieser verbindend angeordnet werden. Nach der Handhabungs- und Montageaufgabe kann das Befesti-

gungselement wieder aus der Eingriffsstruktur entfernt und gegebenenfalls wiederverwendet werden.

[0021] Der Einführabschnitt kann durch eine Unterbrechung der Querschnittsform, insbesondere durch eine Unterbrechung eines T-förmigen Querschnitts und/oder durch Weglassen von Vorsprüngen zum formschlüssigen Hintergreifen eines Befestigungselements gebildet sein. Beispielsweise im Fall einer nutartigen Vertiefung kann der Einführabschnitt durch einen Nutabschnitt gebildet sein, der einen lediglich rechteckigen Querschnitt ohne Vorsprünge beziehungsweise ohne T-Form aufweist.

[0022] Bei Vorhandensein eines Einführabschnitts kann die Eingriffsstruktur in vorteilhafter Weise einen Vorsprung und/oder einen Absatz zur Verengung und/oder Verkleinerung der Querschnittsfläche der Eingriffsstruktur aufweisen. Ein derartiger Vorsprung und/oder Absatz kann bevorzugt vor beziehungsweise hinter dem Einführabschnitt vorgesehen sein, beispielsweise durch einen Absatz in der Oberfläche der umlaufenden Eingriffsstruktur. Somit kann ein Nutenstein zwar lastfrei durch die Eingriffsstruktur geführt werden. Unter Last, also mit daran hängender Pumpe, ist jedoch eine gesondert zugeführte Gegenkraft oder ein leichtes Veranken erforderlich, um die entsprechende Verengung zu überwinden. Eine solche Ausgestaltung beugt dem versehentlichen Verlust und einem ungewollten Sturz der hängenden Last bei Verschieben des Nutsteins in den Bereich eines Einführabschnitts vor.

[0023] Um den Fertigungsaufwand für eine erfindungsgemäße Eingriffsstruktur gering zu halten, kann diese durch Zerspanung erzeugt sein, bevorzugt durch Drehen und/oder Fräsen. Für den Fall der Ausbildung der Eingriffsstruktur als T-Nut ist bevorzugt ein T-Nuten Fräser zur Erzeugung einzusetzen, was kostengünstig zu bewerkstelligen ist.

[0024] Dabei kann die Eingriffsstruktur insbesondere durch spanende Bearbeitung des Pumpenkörpers in diesen eingebracht werden. Dementsprechend lässt sich beispielsweise ein Teil des Pumpenkörpers durch urformende und/oder umformende Verfahren in seiner Grundform erzeugen und anschließend die Eingriffsstruktur durch einen Zerspanungsprozess in den Außenumfang des Pumpenkörpers einbringen oder an diesem erzeugen. Dies kann mit nur geringem fertigungstechnischem Aufwand realisiert werden.

[0025] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vakuumpumpe ist der Pumpenkörper gebildet durch ein Gehäuse sowie zumindest einer in und/oder an dem Gehäuse angeordneten Pumpenkomponente. Insbesondere ist eine Mehrzahl von Pumpenkomponenten in und/oder an dem Gehäuse angeordnet. Da der Gewichtsschwerpunkt des gesamten Pumpenkörpers, welcher das Gehäuse sowie die zumindest eine Pumpenkomponente einschließt, maßgeblich ist für die Position und/oder Anordnung der Befestigungsvorrichtung, kann auch die Balance des gesamten Pumpenkörpers in angehobenem Zustand mit besonders ge-

ringem manuellen Krafteinsatz aufrecht erhalten werden. Insbesondere kann hierdurch vermieden werden, dass einzelne Komponenten der Vakuumpumpe im angehobenen Zustand ein Ungleichgewicht schaffen, wodurch sich in angehobener Stellung die Neigung der Längsachse im Raum ungünstig oder in unerwünschter Weise einstellt.

[0026] In vorteilhafter Weise kann das Gehäuse der Vakuumpumpe mehrteilig ausgebildet werden, wodurch die Montage der Einzelteile der Pumpe vereinfacht beziehungsweise der konstruktive Gestaltungsspielraum vergrößert wird.

[0027] Zumindest eine Pumpenkomponente kann als Rotor ausgebildet sein und das Gehäuse kann einen Stator bilden oder mit einem Stator verbunden sein, wodurch eine platzsparende Konstruktion gewährleistet wird. In weiter bevorzugter Weise ist der Rotor der Vakuumpumpe um eine Rotationsachse drehend gelagert, die entlang der Längserstreckung des Pumpenkörpers und/oder durch dessen Gewichtsschwerpunkt verläuft, insbesondere mit einer Schwerachse des Pumpenkörpers zusammenfällt. Durch eine solche Anordnung kann in besonders einfacher Weise eine Ausrichtung des Pumpenkörpers um die Rotationsachse des Rotors erfolgen. Der jeweilige Pumpeneinlass oder -auslass der Vakuumpumpe kann somit in einfacher Weise an die jeweiligen Anlagen ausgerichtet werden, um anschließend die erforderlichen Montagearbeiten durchzuführen.

[0028] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vakuumpumpe weist das Gehäuse eine Längserstreckung und/oder einen rechteckigen und/oder im Wesentlichen runden Außenumfang auf, bevorzugt einen kreisrunden Außenumfang. Auf diese Weise lassen sich die jeweiligen Pumpenkomponenten mit nur geringem Bauraum innerhalb eines kompakten Gehäuses unterbringen. Für den Fall eines runden Außenumfangs kann der jeweilige Pumpenrotor platzsparend in einem als Stator ausgebildeten Gehäuse untergebracht werden.

[0029] Weiterhin kann es von Vorteil sein, wenn die Längserstreckung des Gehäuses größer ist als ein Gehäusedurchmesser, insbesondere als ein mittlerer und/oder als der größte oder kleinste Gehäusedurchmesser. In diesem Fall hat das Gehäuse insgesamt eine längliche Ausprägung, wodurch eine Mehrzahl von Pumpstufen beziehungsweise Rotoren in dem Gehäuse angeordnet werden können und damit eine hohe Pumpenleistung erzielt werden kann.

[0030] In weiter vorteilhafter Weise kann der Pumpenkörper, insbesondere das Gehäuse der Pumpe, angrenzend an die zumindest eine Eingriffsstruktur eine Verstärkung aufweisen. Durch eine solche Verstärkung kann die Befestigungsstabilität erhöht werden. Insbesondere kann hierdurch vermieden werden, dass sich ein Befestigungselement durch unerwünschte Verformung der an die Eingriffsstruktur angrenzenden Bereiche des Pumpenkörpers verformt und dadurch aus der Eingriffsstruktur herausgelöst wird. Die Gefahr des Herunterfal-

lens der Pumpe wird somit verringert. Eine derartige Verstärkung des Pumpenkörpers kann dadurch erreicht werden, dass im Bereich der und/oder angrenzend an die Eingriffsstruktur eine größere Wandstärke vorgesehen ist als in den übrigen Pumpenkörperabschnitten, insbesondere Gehäuseabschnitten.

[0031] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine Anordnung zur Handhabung und/oder Montage einer Vakuumpumpe vorgesehen, mit einem ein Tragmittel aufweisendes Hebwerkzeug sowie mit einer voranstehend beschriebenen Vakuumpumpe. Ferner ist zumindest ein in oder an der Eingriffsstruktur (z.B. eine Nut oder ein Steg) verschiebbar positioniertes Befestigungselement, bevorzugt ein Nutenstein, sowie ein Lastaufnahmemittel vorgesehen, das mit dem Befestigungselement verbunden oder einstückig ausgebildet und bevorzugt als Augenschraube ausgebildet ist. Dabei ist das Lastaufnahmemittel bevorzugt mit dem Tragmittel verbunden, entweder direkt oder indirekt über ein Anschlagmittel, beispielsweise in Form eines Trage- oder Hebegurts.

[0032] Durch eine derartige Anordnung lässt sich eine voranstehend beschriebene Vakuumpumpe mit geringem Aufwand und mit einem hohen Maß an Sicherheit anheben, handhaben und schließlich in der gewünschten Endstellung an der jeweiligen Anlage montieren. Im angehobenen Zustand kann mit nur geringem manuellen Krafteinsatz eine Rotation des Pumpenkörpers um die Längserstreckung beziehungsweise Längsachse vorgenommen und somit die gewünschte Ausrichtung beziehungsweise Rotationslage des Pumpenkörpers im Raum eingestellt werden, wobei hierzu das Befestigungselement z.B. in einer nutartigen Vertiefung oder an einem Vorsprung des Pumpenkörpers verschiebbar angeordnet ist und somit die Rotationsbewegung während der Handhabung unterstützt.

[0033] Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft ein Verfahren zur Handhabung und/oder Montage einer Vakuumpumpe, bevorzugt einer voranstehend beschriebenen Vakuumpumpe. Bevorzugt lässt sich ein solches Verfahren mit einer voranstehend beschriebenen Anordnung vornehmen. Dabei wird erfindungsgemäß die Vakuumpumpe durch ein Hebezeug angehoben, anschließend durch Rotation um eine Längs- und/oder Rotorachse im Raum ausgerichtet, wobei durch die Rotation der Vakuumpumpe im Raum zumindest ein Befestigungselement, bevorzugt ein Nutenstein, an und/oder in der Eingriffsstruktur der Vakuumpumpe geführt verschoben wird. Durch die geführte Verschiebung des Befestigungselements wird eine kontrollierte Rotation des Pumpenkörpers um die Längsachse ermöglicht, so dass eine präzise Ausrichtung im Raum mit nur geringem manuellem Kraftaufwand sichergestellt werden kann.

[0034] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist der Einführabschnitt als abzweigende Nut zur umlaufenden Eingriffsstruktur ausgebildet, insbesondere in Form eines Einführkanals. Ein solcher Ein-

führkanal kann zum Beispiel an einer Stirnseite des Pumpenkörpers austreten und/oder in einem zur Eingriffsstruktur axial versetzten Einführabschnitt münden. Ein Lastaufnahmemittel kann entweder direkt axial eingeschoben oder durch Eintauchen eingesetzt werden.

[0035] Bei Vorsehen eines derartigen Einführkanals kann die umlaufende Positionierbarkeit des Lastaufnahmemittels entlang der umlaufenden Eingriffsstruktur ohne Unterbrechung erfolgen, da ein Herausfallen des Lastaufnahmemittels aus dem axial versetzten Einführabschnitt vermieden wird. Gleichzeitig kann die Herstellung der Eingriffsstruktur vereinfachen werden, da diese in einem rein umlaufend spanenden Prozess, beispielsweise durch Drehen gefertigt werden kann. Absätze in der Kontur der Eingriffsstruktur, die einen ungewollten Verlust des Lastaufnahmemittels am Einführabschnitts und damit den Sturz der Pumpe verhindern sollen, können weggelassen werden. Ferner kann ein etwaiger Einführkanal in vorteilhafter Weise durch die Stirnseite des Pumpenkörpers hindurch mit einem Werkzeug in nur einem Vorgang und ohne kompliziertes axiales Eintauchen des Werkzeugs hergestellt werden.

[0036] Bei einer Mehrzahl von Eingriffsstrukturen kann ein Einführkanal durch eine Eingriffsstruktur hindurch zu einer weiteren Eingriffsstruktur fortgeführt werden oder auch mehrere Einführkanäle jeweils von verschiedenen Richtungen zu den Eingriffsstrukturen geführt werden. Ein solcher Einführkanal kann ferner in verschiedenen Winkeln zur Pumpenlängsachse angeordnet sein beziehungsweise durch Versetzungen oder Winkel so gestaltet werden, dass er vorteilhaft das Verlieren beziehungsweise ungewollte Herauswandern von Lastaufnahmemitteln erschwert oder verhindert.

[0037] Ein Einführkanal kann innerhalb nur eines Bestandteils des Pumpenkörpers ausgebildet sein, so dass vor Zusammensetzen der Bestandteile, beispielsweise dem Unterteil und dem Gehäuse ein Einführen des Lastaufnahmemittels möglich ist. Ein solcher Einführkanal kann nach Fügen der Bestandteile durch das jeweils angrenzende Teil überdeckt oder blockiert sein, so dass das Lastaufnahmemittel nicht herausnehmbar und damit unverlierbar dauerhaft in der Eingriffsstruktur beweglich eingesetzt bleibt. Eine solche Blockade des Einführabschnitts oder Einführkanals ist auch durch das Einsetzen, Einpressen, Einkleben und/oder das einmalige und/oder dauerhafte Befestigen eines Blockiermittels in den Einführabschnitt oder Einführkanal möglich.

[0038] Die voranstehenden Ausführungen zu der erfindungsgemäßen Vakuumpumpe geltend entsprechend auch für die erfindungsgemäße Anordnung sowie das Verfahren zum Handhaben und/oder Montieren einer Vakuumpumpe.

[0039] Nachfolgend wird die Erfindung beispielhaft anhand vorteilhafter Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren beschrieben. Es zeigen, jeweils schematisch:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer Turbomo-

- lekularpumpe,
 Fig. 2 eine Ansicht der Unterseite der Turbomolekularpumpe von Fig. 1,
 Fig. 3 einen Querschnitt der Turbomolekularpumpe längs der in Fig. 2 gezeigten Schnittrlinie A-A,
 Fig. 4 eine Querschnittsansicht der Turbomolekularpumpe längs der in Fig. 2 gezeigten Schnittrlinie B-B,
 Fig. 5 eine Querschnittsansicht der Turbomolekularpumpe längs der in Fig. 2 gezeigten Schnittrlinie C-C,
 Fig. 6 eine Seitenansicht einer Turbomolekularpumpe gemäß einer Ausführungsform der Erfindung,
 Fig. 7 einen Querschnitt längs der in Fig. 6 gezeigten Turbomolekularpumpe,
 Fig. 8 einen Detailquerschnitt der in Fig. 6 gezeigten Turbomolekularpumpe,
 Fig. 9 einen Detailquerschnitt der in Fig. 6 gezeigten Turbomolekularpumpe mit eingefügten Nutenstein und befestigter Augenschraube,
 Fig. 10 einen Querschnitt längs der in Fig. 6 gezeigten Turbomolekularpumpe mit eingefügtem Nutenstein und befestigter Augenschraube,
 Fig. 11 eine Seitenansicht einer Turbomolekularpumpe gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

[0040] Die in Fig. 1 gezeigte Turbomolekularpumpe 111 umfasst einen von einem Einlassflansch 113 umgebenen Pumpeneinlass 115, an welchen in an sich bekannter Weise ein nicht dargestellter Rezipient angeschlossen werden kann. Das Gas aus dem Rezipienten kann über den Pumpeneinlass 115 aus dem Rezipienten gesaugt und durch die Pumpe hindurch zu einem Pumpenauslass 117 gefördert werden, an den eine Vorvakuumpumpe, wie etwa eine Drehschieberpumpe, angeschlossen sein kann.

[0041] Der Einlassflansch 113 bildet bei der Ausrichtung der Vakuumpumpe gemäß Fig. 1 das obere Ende des Gehäuses 119 der Vakuumpumpe 111. Das Gehäuse 119 umfasst ein Unterteil 121, an welchem seitlich ein Elektronikgehäuse 123 angeordnet ist. In dem Elektronikgehäuse 123 sind elektrische und/oder elektronische Komponenten der Vakuumpumpe 111 untergebracht, z. B. zum Betreiben eines in der Vakuumpumpe angeordneten Elektromotors 125. Am Elektronikgehäuse 123 sind mehrere Anschlüsse 127 für Zubehör vorgesehen. Außerdem sind eine Datenschnittstelle 129, z.B. gemäß dem RS485-Standard, und ein Stromversorgungsanschluss 131 am Elektronikgehäuse 123 angeordnet.

[0042] Am Gehäuse 119 der Turbomolekularpumpe 111 ist ein Fluteinlass 133, insbesondere in Form eines Flutventils, vorgesehen, über den die Vakuumpumpe 111 geflutet werden kann. Im Bereich des Unterteils 121 ist ferner noch ein Sperrgasanschluss 135, der auch als Spülgasanschluss bezeichnet wird, angeordnet, über welchen Spülgas zum Schutz des Elektromotors 125 vor

dem von der Pumpe geförderten Gas in den Motorraum 137, in welchem der Elektromotor 125 in der Vakuumpumpe 111 untergebracht ist, gebracht werden kann. Im Unterteil 121 sind ferner noch zwei Kühlmittelanschlüsse 139 angeordnet, wobei einer der Kühlmittelanschlüsse als Einlass und der andere Kühlmittelanschluss als Auslass für Kühlmittel vorgesehen ist, das zu Kühlzwecken in die Vakuumpumpe geleitet werden kann.

[0043] Die untere Seite 141 der Vakuumpumpe kann als Standfläche dienen, sodass die Vakuumpumpe 111 auf der Unterseite 141 stehend betrieben werden kann. Die Vakuumpumpe 111 kann aber auch über den Einlassflansch 113 an einem Rezipienten befestigt werden und somit gewissermaßen hängend betrieben werden. Außerdem kann die Vakuumpumpe 111 so gestaltet sein, dass sie auch in Betrieb genommen werden kann, wenn sie auf andere Weise ausgerichtet ist als in Fig. 1 gezeigt ist. Es lassen sich auch Ausführungsformen der Vakuumpumpe realisieren, bei der die Unterseite 141 nicht nach unten, sondern zur Seite der Wand oder nach oben gerichtet angeordnet werden kann.

[0044] An der Unterseite 141, die in Fig. 2 dargestellt ist, sind noch diverse Schrauben 143 angeordnet, mittels denen hier nicht weiter spezifizierte Bauteile der Vakuumpumpe aneinander befestigt sind. Beispielsweise ist ein Lagerdeckel 145 an der Unterseite 141 befestigt.

[0045] An der Unterseite 141 sind außerdem Befestigungsbohrungen 147 angeordnet, über welche die Pumpe 111 beispielsweise an einer Auflagefläche befestigt werden kann.

[0046] In den Figuren 2 bis 5 ist eine Kühlmittelleitung 148 dargestellt, in welcher das über die Kühlmittelanschlüsse 139 ein- und ausgeleitete Kühlmittel zirkulieren kann.

[0047] Wie die Schnittdarstellungen der Figuren 3 bis 5 zeigen, umfasst die Vakuumpumpe mehrere Prozessgaspumpstufen zur Förderung des an dem Pumpeneinlass 115 anstehenden Prozessgases zu dem Pumpenauslass 117.

[0048] In dem Gehäuse 119 ist ein Rotor 149 angeordnet, der eine um eine Rotationsachse 151 drehbare Rotorwelle 153 aufweist.

[0049] Die Turbomolekularpumpe 111 umfasst mehrere pumpwirksam miteinander in Serie geschaltete turbomolekulare Pumpstufen mit mehreren an der Rotorwelle 153 befestigten radialen Rotorscheiben 155 und zwischen den Rotorscheiben 155 angeordneten und in dem Gehäuse 119 festgelegten Statorscheiben 157. Dabei bilden eine Rotorscheibe 155 und eine benachbarte Statorscheibe 157 jeweils eine turbomolekulare Pumpstufe. Die Statorscheiben 157 sind durch Abstandsringe 159 in einem gewünschten axialen Abstand zueinander gehalten.

[0050] Die Vakuumpumpe umfasst außerdem in radialer Richtung ineinander angeordnete und pumpwirksam miteinander in Serie geschaltete Holweck-Pumpstufen. Der Rotor der Holweck-Pumpstufen umfasst eine an der Rotorwelle 153 angeordnete Rotornabe 161 und zwei an

der Rotornabe 161 befestigte und von dieser getragene zylindermantelförmige Holweck-Rotorhülsen 163, 165, die koaxial zur Rotationsachse 151 orientiert und in radialer Richtung ineinander geschachtelt sind. Ferner sind zwei zylindermantelförmige Holweck-Statorhülsen 167, 169 vorgesehen, die ebenfalls koaxial zu der Rotationsachse 151 orientiert und in radialer Richtung gesehen ineinander geschachtelt sind.

[0051] Die pumpaktiven Oberflächen der Holweck-Pumpstufen sind durch die Mantelflächen, also durch die radialen Innen- und/oder Außenflächen, der Holweck-Rotorhülsen 163, 165 und der Holweck-Statorhülsen 167, 169 gebildet. Die radiale Innenfläche der äußeren Holweck-Statorhülse 167 liegt der radialen Außenfläche der äußeren Holweck-Rotorhülse 163 unter Ausbildung eines radialen Holweck-Spalts 171 gegenüber und bildet mit dieser die der Turbomolekularpumpen nachfolgende erste Holweck-Pumpstufe. Die radiale Innenfläche der äußeren Holweck-Rotorhülse 163 steht der radialen Außenfläche der inneren Holweck-Statorhülse 169 unter Ausbildung eines radialen Holweck-Spalts 173 gegenüber und bildet mit dieser eine zweite Holweck-Pumpstufe. Die radiale Innenfläche der inneren Holweck-Statorhülse 169 liegt der radialen Außenfläche der inneren Holweck-Rotorhülse 165 unter Ausbildung eines radialen Holweck-Spalts 175 gegenüber und bildet mit dieser die dritte Holweck-Pumpstufe.

[0052] Am unteren Ende der Holweck-Rotorhülse 163 kann ein radial verlaufender Kanal vorgesehen sein, über den der radial außenliegende Holweck-Spalt 171 mit dem mittleren Holweck-Spalt 173 verbunden ist. Außerdem kann am oberen Ende der inneren Holweck-Statorhülse 169 ein radial verlaufender Kanal vorgesehen sein, über den der mittlere Holweck-Spalt 173 mit dem radial innenliegenden Holweck-Spalt 175 verbunden ist. Dadurch werden die ineinander geschachtelten Holweck-Pumpstufen in Serie miteinander geschaltet. Am unteren Ende der radial innenliegenden Holweck-Rotorhülse 165 kann ferner ein Verbindungskanal 179 zum Auslass 117 vorgesehen sein.

[0053] Die vorstehend genannten pumpaktiven Oberflächen der Holweck-Statorhülsen 163, 165 weisen jeweils mehrere spiralförmig um die Rotationsachse 151 herum in axialer Richtung verlaufende Holweck-Nuten auf, während die gegenüberliegenden Mantelflächen der Holweck-Rotorhülsen 163, 165 glatt ausgebildet sind und das Gas zum Betrieb der Vakuumpumpe 111 in den Holweck-Nuten vorantreiben.

[0054] Zur drehbaren Lagerung der Rotorwelle 153 sind ein Wälzlager 181 im Bereich des Pumpenauslasses 117 und ein Permanentmagnetlager 183 im Bereich des Pumpeneinlasses 115 vorgesehen.

[0055] Im Bereich des Wälzlagers 181 ist an der Rotorwelle 153 eine konische Spritzmutter 185 mit einem zu dem Wälzlager 181 hin zunehmenden Außendurchmesser vorgesehen. Die Spritzmutter 185 steht mit mindestens einem Abstreifer eines Betriebsmittelspeichers in gleitendem Kontakt. Der Betriebsmittelspeicher um-

fasst mehrere aufeinander gestapelte saugfähige Scheiben 187, die mit einem Betriebsmittel für das Wälzlager 181, z.B. mit einem Schmiermittel, getränkt sind.

[0056] Im Betrieb der Vakuumpumpe 111 wird das Betriebsmittel durch kapillare Wirkung von dem Betriebsmittelspeicher über den Abstreifer auf die rotierende Spritzmutter 185 übertragen und in Folge der Zentrifugalkraft entlang der Spritzmutter 185 in Richtung des größer werdenden Außendurchmessers der Spritzmutter 92 zu dem Wälzlager 181 hin gefördert, wo es z.B. eine schmierende Funktion erfüllt. Das Wälzlager 181 und der Betriebsmittelspeicher sind durch einen wannenförmigen Einsatz 189 und den Lagerdeckel 145 in der Vakuumpumpe eingefasst.

[0057] Das Permanentmagnetlager 183 umfasst eine rotorseitige Lagerhälfte 191 und eine statorseitige Lagerhälfte 193, welche jeweils einen Ringstapel aus mehreren in axialer Richtung aufeinander gestapelten permanentmagnetischen Ringen 195, 197 umfassen. Die Ringmagnete 195, 197 liegen einander unter Ausbildung eines radialen Lagerspalts 199 gegenüber, wobei die rotorseitigen Ringmagnete 195 radial außen und die statorseitigen Ringmagnete 197 radial innen angeordnet sind. Das in dem Lagerspalt 199 vorhandene magnetische Feld ruft magnetische Abstoßungskräfte zwischen den Ringmagneten 195, 197 hervor, welche eine radiale Lagerung der Rotorwelle 153 bewirken. Die rotorseitigen Ringmagnete 195 sind von einem Trägerabschnitt 201 der Rotorwelle 153 getragen, welcher die Ringmagnete 195 radial außenseitig umgibt. Die statorseitigen Ringmagnete 197 sind von einem statorseitigen Trägerabschnitt 203 getragen, welcher sich durch die Ringmagnete 197 hindurch erstreckt und an radialen Streben 205 des Gehäuses 119 aufgehängt ist. Parallel zu der Rotationsachse 151 sind die rotorseitigen Ringmagnete 195 durch ein mit dem Trägerabschnitt 203 gekoppeltes Deckelelement 207 festgelegt. Die statorseitigen Ringmagnete 197 sind parallel zu der Rotationsachse 151 in der einen Richtung durch einen mit dem Trägerabschnitt 203 verbundenen Befestigungsring 209 sowie einen mit dem Trägerabschnitt 203 verbundenen Befestigungsring 211 festgelegt. Zwischen dem Befestigungsring 211 und den Ringmagneten 197 kann außerdem eine Tellerfeder 213 vorgesehen sein.

[0058] Innerhalb des Magnetlagers ist ein Not- beziehungsweise Fanglager 215 vorgesehen, welches im normalen Betrieb der Vakuumpumpe 111 ohne Berührung leer läuft und erst bei einer übermäßigen radialen Auslenkung des Rotors 149 relativ zu dem Stator in Eingriff gelangt, um einen radialen Anschlag für den Rotor 149 zu bilden, da eine Kollision der rotorseitigen Strukturen mit den statorseitigen Strukturen verhindert wird. Das Fanglager 215 ist als ungeschmiertes Wälzlager ausgebildet und bildet mit dem Rotor 149 und/oder dem Stator einen radialen Spalt, welcher bewirkt, dass das Fanglager 215 im normalen Pumpbetrieb außer Eingriff ist. Die radiale Auslenkung, bei der das Fanglager 215 in Eingriff gelangt, ist groß genug bemessen, sodass das Fangla-

ger 215 im normalen Betrieb der Vakuumpumpe nicht in Eingriff gelangt, und gleichzeitig klein genug, sodass eine Kollision der rotorseitigen Strukturen mit den statorseitigen Strukturen unter allen Umständen verhindert wird.

[0059] Die Vakuumpumpe 111 umfasst den Elektromotor 125 zum drehenden Antreiben des Rotors 149. Der Anker des Elektromotors 125 ist durch den Rotor 149 gebildet, dessen Rotorwelle 153 sich durch den Motorstator 217 hindurch erstreckt. Auf den sich durch den Motorstator 217 hindurch erstreckenden Abschnitt der Rotorwelle 153 kann radial außenseitig oder eingebettet eine Permanentmagnetanordnung angeordnet sein. Zwischen dem Motorstator 217 und dem sich durch den Motorstator 217 hindurch erstreckenden Abschnitt des Rotors 149 ist ein Zwischenraum 219 angeordnet, welcher einen radialen Motorspalt umfasst, über den sich der Motorstator 217 und die Permanentmagnetanordnung zur Übertragung des Antriebsmoments magnetisch beeinflussen können.

[0060] Der Motorstator 217 ist in dem Gehäuse innerhalb des für den Elektromotor 125 vorgesehenen Motorraums 137 festgelegt. Über den Sperrgasanschluss 135 kann ein Sperrgas, das auch als Spülgas bezeichnet wird, und bei dem es sich beispielsweise um Luft oder um Stickstoff handeln kann, in den Motorraum 137 gelangen. Über das Sperrgas kann der Elektromotor 125 vor Prozessgas, z.B. vor korrosiv wirkenden Anteilen des Prozessgases, geschützt werden. Der Motorraum 137 kann auch über den Pumpenauslass 117 evakuiert werden, d.h. im Motorraum 137 herrscht zumindest annäherungsweise der von der am Pumpenauslass 117 angeschlossenen Vorvakuumpumpe bewirkte Vakuumdruck.

[0061] Zwischen der Rotornabe 161 und einer den Motorraum 137 begrenzenden Wandung 221 kann außerdem eine sog. und an sich bekannte Labyrinthdichtung 223 vorgesehen sein, insbesondere um eine bessere Abdichtung des Motorraums 217 gegenüber den radial außerhalb liegenden Holweck-Pumpstufen zu erreichen.

[0062] Die Turbomolekularpumpe der Fig. 1 bis 5 bildet eine erfindungsgemäße Vakuumpumpe. Die Fig. 6 bis 11 zeigen Einzelheiten, welche auch bei einer Turbomolekularpumpe gemäß den Fig. 1 bis 5 vorgesehen sein können, auch wenn diese dort nicht ausdrücklich gezeigt sind.

[0063] Fig. 6 zeigt eine Seitenansicht einer Turbomolekularpumpe gemäß einer Ausführungsform der Erfindung. Die in der Figur 6 gezeigte Turbomolekularpumpe 111 weist eine Eingriffsstruktur 225 auf. Die Eingriffsstruktur 225 ist als nutartige Vertiefung, insbesondere als T-Nut, in den Außenumfang des Gehäuses 119 eingebracht. Dabei verläuft die Eingriffsstruktur 225 unter einem Winkel zur Längsachse 227 des Pumpengehäuses 119. Somit schließen die Eingriffsstruktur 225 und die Längsachse 227 des Pumpengehäuses 119 in der in Fig. 6 gezeigten Darstellung miteinander einen Winkel ein. Insbesondere verläuft die Eingriffsstruktur 225 um die Längsachse 227 herum. Dabei verläuft die Eingriffsstruktur 225 in besonders vorteilhafter Weise entlang ei-

ner Ebene, die orthogonal zur Längsachse 227 des Gehäuses 119 ausgerichtet ist.

[0064] Erfindungsgemäß ist nun die Position der Eingriffsstruktur 225 entlang der Längsachse 227 des Gehäuses 119 in Abhängigkeit eines Gewichtsschwerpunkts 229 des Pumpenkörpers der Turbomolekularpumpe 111 gewählt. Dabei bestimmt sich der Gewichtsschwerpunkt nach sämtlichen Bauteilen der Turbomolekularpumpe 111, nämlich insbesondere dem Pumpengehäuse 119 sowie sämtlichen in und an dem Gehäuse 119 angeordneten Pumpenkomponenten, insbesondere in der bei einer Montage der Pumpe 111 an einem Rezipienten vorliegenden Konfiguration. Auf diese Weise kann die Turbomolekularpumpe 111 in besonders vorteilhafter Weise über ein Befestigungselement in der Eingriffsstruktur 225 angehoben werden und in angehobener Stellung durch Rotation um die Längsachse 227 ausgerichtet werden, ohne dass zur Aufrechterhaltung der jeweils gewünschten Neigungslage der Längsachse 227 im Raum ein besonderer Kraftaufwand des Bedieners erforderlich ist.

[0065] Zum Einbringen eines Befestigungsmittels in die Eingriffsstruktur 225 kann die Eingriffsstruktur 225 mit einem Einführabschnitt 231 ausgestattet sein. Der Einführabschnitt kann beispielsweise durch eine Unterbrechung einer T-Form und/oder durch Weglassen von Vorsprüngen 235 zum formschlüssigen Hintergreifen eines Befestigungselements - wie in der Fig. 8 gezeigt und untenstehend näher ausgeführt - gebildet sein. Somit kann ein Befestigungselement im Bereich des Einführabschnitts 231 in die Eingriffsstruktur 225 eingeführt und dann durch Verschieben entlang des Verlaufs der Eingriffsstruktur 225 in formschlüssigen Eingriff mit dieser gebracht werden.

[0066] Fig. 7 zeigt einen Querschnitt längs der in Fig. 6 gezeigten Turbomolekularpumpe 111 und Fig. 8 zeigt einen Detailquerschnitt der in Fig. 6 gezeigten Turbomolekularpumpe 111. In den Fig. 7 und 8 ist zu erkennen, dass die Eingriffsstruktur 225 im vorliegenden Ausführungsbeispiel eine nutartige Vertiefung mit einem T-förmigen Querschnitt 233 ist. Insbesondere weist die Eingriffsstruktur dabei die Vorsprünge 235 auf, die ein eingeführtes Befestigungselement, wie etwa einen Nutenstein, formschlüssig hintergreifen können. Im Bereich des Einführabschnitts 231 kann der T-förmige Querschnitt 233 durch Weglassen der Vorsprünge 235 unterbrochen werden, so dass ein Befestigungselement, wie z.B. ein Nutenstein, handhabungsfreundlich eingeführt werden kann.

[0067] Fig. 9 zeigt einen Detailquerschnitt der in Fig. 6 gezeigten Turbomolekularpumpe 111 mit eingefügten Nutenstein 237 und befestigter oder einstückig mit dem Nutenstein 237 ausgebildeter Augenschraube 239. Zu erkennen ist, dass das als Nutenstein ausgebildete Befestigungselement 237 in die Eingriffsstruktur 225 eingeführt ist und in die Vorsprünge 235 eingreift beziehungsweise die Vorsprünge 235 in das Befestigungselement 237 eingreifen.

[0068] In einer Richtung quer zur Längsachse 227 des Gehäuses 119 ist das als Nutenstein ausgebildete Befestigungselement 237 somit formschlüssig mit der Eingriffsstruktur 225 verbunden. Gleichzeitig kann das Befestigungselement 237 entlang des Verlaufs der Eingriffsstruktur 225, insbesondere entlang einer Umfangsorientierung beziehungsweise Umfangsrichtung des Pumpenkörpers beziehungsweise des Gehäuses 119, verschoben werden, so dass im angehobenen Zustand der Vakuumpumpe 111 eine handhabungsfreundliche Rotation um die Längsachse 227 erfolgen kann. Durch die gezielte Führung des Befestigungselements 237 innerhalb der Eingriffsstruktur 225 wird die Rotationsbewegung um die Längsachse 227 geeignet unterstützt. In das Befestigungselement 237 kann dabei ein Lastaufnahmemittel 239, wie zum Beispiel eine Augenschraube, eingeschraubt werden.

[0069] Das Lastaufnahmemittel 239 kann dabei zur Verbindung mit einem Tragmittel eines Hebezeugs oder einem gesonderten Anschlagmittel genutzt werden.

[0070] Fig. 10 zeigt einen Querschnitt längs der in Fig. 6 gezeigten Turbomolekularpumpe 111 mit eingefügtem Befestigungselement 237 sowie befestigtem Lastaufnahmemittel 239. Zu erkennen ist, dass das als Nutenstein ausgebildete Befestigungselement 237 in die Eingriffsstruktur 225 eingeführt ist und eine formschlüssige Verbindung zwischen dem Befestigungselement 237 und der Eingriffsstruktur 225 hergestellt ist. Gleichzeitig ist ein als Augenschraube ausgebildetes Lastaufnahmemittel 239 in das Befestigungselement 237 eingeschraubt, wobei eine einstückige Ausbildung der Komponenten 237 und 239 ebenfalls möglich ist. An das Lastaufnahmemittel 239 kann ein Tragmittel eines Hebezeugs oder ein gesondertes Anschlagmittel befestigt werden. Wie der Fig. 10 dabei zu entnehmen ist, befindet sich damit der durch das Lastaufnahmemittel 239 gebildete Kraftangriffspunkt für ein Anschlagmittel oder für ein Tragmittel eines Hebezeugs entlang der Längsachse 227 des Gehäuses 119 auf einer Höhe des Gewichtsschwerpunkts 229 des Pumpenkörpers.

[0071] Die Fig. 11 zeigt eine Seitenansicht einer Turbomolekularpumpe gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung. Die in der Fig. 11 gezeigte Turbomolekularpumpe 111 weist insgesamt zwei Eingriffsstrukturen 225 auf, die ebenfalls in Umfangsrichtung des Gehäuses 119 an dessen Außenumfang verlaufen. Dabei verläuft jede Eingriffsstruktur 225 entlang einer Ebene, die zu der Längsachse 227 des Gehäuses 119 beziehungsweise des Pumpenkörpers der Turbomolekularpumpe 111 orthogonal angeordnet ist. Jede Eingriffsstruktur 225 ist wiederum als nutartige Vertiefung, insbesondere mit einer T-Form, ausgebildet und weist darüber hinaus einen Einführabschnitt 231 auf, in dem die T-Form unterbrochen ist.

[0072] Der Fig. 11 ist ferner zu entnehmen, dass der Gewichtsschwerpunkt 229 des Pumpenkörpers entlang der Längsachse 227 zwischen den beiden Eingriffsstrukturen 225 angeordnet ist. Die beiden Eingriffsstrukturen

225 sind demnach axial beidseitig des Gewichtsschwerpunkts 229 angeordnet. Die Eingriffsstrukturen 225 weisen dabei unterschiedliche axiale Abstände zum Gewichtsschwerpunkt 229 auf. Ebenso ist es möglich, dass der axiale Abstand einer Eingriffsstruktur 225 zum Gewichtsschwerpunkt 229 mit dem axialen Abstand einer weiteren Eingriffsstruktur 225 zum Gewichtsschwerpunkt 229 übereinstimmt ((quasi)-äquidistante Anordnung), was hier nicht gezeigt ist.

[0073] Die in den Fig. 6 bis 11 beispielhaft gezeigten Eingriffsstrukturen 225 sowie die in der Beschreibungseinleitung allgemein beschriebenen Konzepte können ebenso bei den Ausführungsformen gemäß den Fig. 1 bis 5 vorgesehen sein, obwohl dort nicht näher dargestellt beziehungsweise erläutert. Dies gilt für sämtliche Details bezüglich der Anordnung und/oder Ausbildung der Eingriffsstruktur an dem Pumpenkörper beziehungsweise dem Pumpengehäuse 119 der Turbomolekularpumpe 111. Ebenso können sämtliche oder einzelne Details der in den Fig. 1 bis 5 dargestellten und entsprechend beschriebenen Turbomolekularpumpe 111 auch bei den in den Fig. 6 bis 11 gezeigten Ausführungsformen der Turbomolekularpumpe 111 vorgesehen sein.

25 Bezugszeichenliste

[0074]

111	Turbomolekularpumpe
113	Einlassflansch
115	Pumpeneinlass
117	Pumpenauslass
119	Gehäuse
121	Unterteil
123	Elektronikgehäuse
125	Elektromotor
127	Zubehöranschluss
129	Datenschnittstelle
131	Stromversorgungsanschluss
133	Fluteinlass
135	Sperrgasanschluss
137	Motorraum
139	Kühlmittelanschluss
141	Unterseite
143	Schraube
145	Lagerdeckel
147	Befestigungsbohrung
148	Kühlmittelleitung
149	Rotor
151	Rotationsachse
153	Rotorwelle
155	Rotorscheibe
157	Statorscheibe
159	Abstandsring
161	Rotornabe
163	Holweck-Rotorhülse
165	Holweck-Rotorhülse
167	Holweck-Statorhülse

169 Holweck-Statorhülse
 171 Holweck-Spalt
 173 Holweck-Spalt
 175 Holweck-Spalt
 179 Verbindungskanal
 181 Wälzlager
 183 Permanentmagnetlager
 185 Spritzmutter
 187 Scheibe
 189 Einsatz
 191 rotorseitige Lagerhälfte
 193 statorseitige Lagerhälfte
 195 Ringmagnet
 197 Ringmagnet
 199 Lagerspalt
 201 Trägerabschnitt
 203 Trägerabschnitt
 205 radiale Strebe
 207 Deckelement
 209 Stützring
 211 Befestigungsring
 213 Tellerfeder
 215 Not- beziehungsweise Fanglager
 217 Motorstator
 219 Zwischenraum
 221 Wandung
 223 Labyrinthdichtung
 225 Eingriffsstruktur
 227 Längsachse
 229 Gewichtsschwerpunkt
 231 Einführabschnitt
 233 T-förmiger Querschnitt
 235 Vorsprung
 237 Befestigungselement
 239 Lastaufnahmemittel

Patentansprüche

1. Vakuumpumpe (111), insbesondere Turbomolekularpumpe, mit einem Pumpenkörper und einer daran ausgebildeten Befestigungsvorrichtung, die zumindest eine Eingriffsstruktur (225) zur Verbindung eines Befestigungselements (237) mit dem Pumpenkörper aufweist, wobei die Eingriffsstruktur (225) am Außenumfang des Pumpenkörpers zumindest abschnittsweise unter einem Winkel zu dessen Längserstreckung (227) verläuft,
dadurch gekennzeichnet, dass
 eine Position und/oder Anordnung der Befestigungsvorrichtung entlang der Längserstreckung (227) des Pumpenkörpers in Abhängigkeit des Gewichtsschwerpunkts (229) des Pumpenkörpers gewählt ist.
2. Vakuumpumpe (111) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Eingriffsstruktur (225) zur verschiebbaren Führung eines Befestigungselements (237) ausgebildet

ist, insbesondere für eine verschiebbare Führung entlang einer Umfangsorientierung des Pumpenkörpers.

- 5 3. Vakuumpumpe (111) nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die zumindest eine Eingriffsstruktur (225) entlang einer Umfangsorientierung des Pumpenkörpers verläuft, insbesondere orthogonal oder im Wesentlichen orthogonal zur Längserstreckung (227) des Pumpenkörpers, und/oder wobei die Eingriffsstruktur (225) den Außenumfang des Pumpenkörpers abschnittsweise oder vollständig und/oder durchgehend umläuft.
- 10 4. Vakuumpumpe (111) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die zumindest eine Eingriffsstruktur (225) axial auf der Höhe des Gewichtsschwerpunkts (229) des Pumpenkörpers positioniert ist.
- 15 5. Vakuumpumpe (111) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Befestigungsvorrichtung eine Mehrzahl von Eingriffsstrukturen (225) aufweist und/oder wobei zumindest zwei Eingriffsstrukturen (225) axial beidseitig des Gewichtsschwerpunkts (229) des Pumpenkörpers positioniert sind, insbesondere den Gewichtsschwerpunkt (229) des Pumpenkörpers axial einfassen, und/oder wobei der axiale Abstand einer Eingriffsstruktur (225) zum Gewichtsschwerpunkt (229) mit dem axialen Abstand einer weiteren Eingriffsstruktur (225) zum Gewichtsschwerpunkt (229) übereinstimmt und/oder wobei die Eingriffsstrukturen (225) unterschiedliche axiale Abstände zum Gewichtsschwerpunkt (229) aufweisen.
- 20 6. Vakuumpumpe (111) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Eingriffsstruktur (225) als nutartige Vertiefung, bevorzugt als T-Nut, und/oder zur Aufnahme zumindest eines Nutensteins ausgebildet ist und/oder wobei ein Nutenstein innerhalb der nutartigen Vertiefung verschiebbar ist.
- 25 7. Vakuumpumpe (111) nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die zumindest eine Eingriffsstruktur als stegartiger Vorsprung und/oder zur Führung eines komplementär geformten Befestigungselements ausgebildet ist, insbesondere einem Nutenstein mit darin ausgebildeter nutartiger Vertiefung.
- 30 8. Vakuumpumpe (111) nach zumindest einem der vor-
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

stehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Eingriffsstruktur (225) einen Einführabschnitt (231) für ein Befestigungselement (237) aufweist und/oder wobei der Einführabschnitt (231) zum Einführen eines Befestigungselements (237) quer zum Längsverlauf der Eingriffsstruktur (225) ausgebildet ist und/oder wobei der Einführabschnitt (231) durch eine Unterbrechung der Querschnittsform (233), insbesondere durch eine Unterbrechung eines T-förmigen Querschnitts und/oder durch Weglassen von Vorsprüngen (235) zum formschlüssigen Hintergreifen eines Befestigungselements (237) gebildet ist.

9. Vakuumpumpe (111) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die zumindest eine Eingriffsstruktur (225) durch Zerspannung erzeugt ist, bevorzugt durch Drehen und/oder Fräsen, weiter bevorzugt mit einem T-Nuten Fräser, und/oder wobei die Eingriffsstruktur (225) durch spanende Bearbeitung des Pumpenkörpers in dieses eingebracht ist.

10. Vakuumpumpe (111) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Pumpenkörper gebildet ist durch ein Gehäuse (119, 121) sowie zumindest einer in und/oder an dem Gehäuse (119, 121) angeordneten Pumpenkomponente, insbesondere einer Mehrzahl von Pumpenkomponenten, und/oder wobei das Gehäuse (119, 121) mehrteilig ausgebildet ist und/oder wobei zumindest eine Pumpenkomponente als Rotor (149) und/oder das Gehäuse (119, 121) einen Stator bildet oder mit einem Stator verbunden ist und/oder wobei der Rotor (149) um eine Rotationsachse (151) drehend gelagert ist, die entlang der Längserstreckung des Pumpenkörpers und/oder durch dessen Gewichtsschwerpunkt (229) verläuft, insbesondere die mit einer Schwerachse des Pumpenkörpers zusammenfällt.

11. Vakuumpumpe (111) nach Anspruch 10,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Befestigungsvorrichtung an dem Gehäuse (119, 121) ausgebildet ist und/oder wobei das Gehäuse (119, 121) die zumindest eine Pumpenkomponente einfasst und/oder wobei das Gehäuse (119, 121) eine Längserstreckung und/oder einen eckigen und/oder im Wesentlichen runden Außenumfang, bevorzugt einen kreisrunden Außenumfang, aufweist und/oder wobei die Längserstreckung des Gehäuses (119, 121) größer ist als ein Gehäusedurchmesser, insbesondere als ein mittlerer und/oder als der größte oder kleinste Gehäusedurchmesser.

12. Vakuumpumpe (111) nach zumindest einem der vor-

stehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Pumpenkörper, insbesondere das Gehäuse (119, 121), im Bereich der und/oder angrenzend an die zumindest eine Eingriffsstruktur (225) eine Verstärkung aufweist und/oder wobei das Gehäuse (119, 121) im Bereich der und/oder angrenzend an die Eingriffsstruktur (225) eine größere Wandstärke aufweist als in den übrigen Gehäuseabschnitten.

13. Anordnung zur Handhabung und/oder Montage einer Vakuumpumpe (111), mit einem ein Tragmittel aufweisendes Hebezeug, mit einer Vakuumpumpe (111) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, mit zumindest einem in oder an der Eingriffsstruktur (225) verschiebbar positionierten Befestigungselement (237), bevorzugt einem Nutenstein, und mit einem Lastaufnahmemittel (239), das mit dem Befestigungselement (237) verbunden und bevorzugt als Augenschraube ausgebildet ist, wobei das Lastaufnahmemittel (239) bevorzugt mit dem Tragmittel verbunden ist.

14. Verfahren zur Handhabung und/oder Montage einer Vakuumpumpe (111), vorzugsweise nach einem der Ansprüche 1 bis 12 oder mit einer Anordnung nach Anspruch 13,

- bei dem die Vakuumpumpe (111) durch ein Hebezeug angehoben wird,
- bei dem die Vakuumpumpe (111) durch Rotation um eine Längs- und/oder Rotor- und/oder Schwerachse (227) im Raum ausgerichtet wird und
- bei dem durch die Rotation der Vakuumpumpe (111) im Raum zumindest ein Befestigungselement (237) in und/oder an der Eingriffsstruktur (225) der Vakuumpumpe (111) geführt verschoben wird.

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

1. Vakuumpumpe (111), insbesondere Turbomolekularpumpe, mit einem Pumpenkörper und einer daran ausgebildeten Befestigungsvorrichtung zur Montage der Vakuumpumpe (111), wobei die Befestigungsvorrichtung zumindest eine Eingriffsstruktur (225) zur Verbindung eines Befestigungselements (237) mit dem Pumpenkörper aufweist, wobei die Eingriffsstruktur (225) am Außenumfang des Pumpenkörpers zumindest abschnittsweise unter einem Winkel zu dessen Längserstreckung (227) verläuft, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Position und/oder Anordnung der Befestigungsvorrichtung entlang der Längserstreckung (227) des Pumpenkörpers in Abhängigkeit des Gewichts-

- schwerpunkts (229) des Pumpenkörpers gewählt ist und dass die Eingriffsstruktur (225) zur verschiebbaren Führung eines Befestigungselements (237) ausgebildet ist.
2. Vakuumpumpe (111) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Eingriffsstruktur (225) zur verschiebbaren Führung eines Befestigungselements (237) entlang einer Umfangsorientierung des Pumpenkörpers ausgebildet ist. 5
 3. Vakuumpumpe (111) nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
die zumindest eine Eingriffsstruktur (225) entlang einer Umfangsorientierung des Pumpenkörpers verläuft, insbesondere orthogonal oder im Wesentlichen orthogonal zur Längserstreckung (227) des Pumpenkörpers, und/oder wobei die Eingriffsstruktur (225) den Außenumfang des Pumpenkörpers abschnittsweise oder vollständig und/oder durchgehend umläuft. 10
 4. Vakuumpumpe (111) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die zumindest eine Eingriffsstruktur (225) axial auf der Höhe des Gewichtsschwerpunkts (229) des Pumpenkörpers positioniert ist. 15
 5. Vakuumpumpe (111) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Befestigungsvorrichtung eine Mehrzahl von Eingriffsstrukturen (225) aufweist und/oder wobei zumindest zwei Eingriffsstrukturen (225) axial beidseitig des Gewichtsschwerpunkts (229) des Pumpenkörpers positioniert sind, insbesondere den Gewichtsschwerpunkt (229) des Pumpenkörpers axial einfassen, und/oder wobei der axiale Abstand einer Eingriffsstruktur (225) zum Gewichtsschwerpunkt (229) mit dem axialen Abstand einer weiteren Eingriffsstruktur (225) zum Gewichtsschwerpunkt (229) übereinstimmt und/oder wobei die Eingriffsstrukturen (225) unterschiedliche axiale Abstände zum Gewichtsschwerpunkt (229) aufweisen. 20
 6. Vakuumpumpe (111) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Eingriffsstruktur (225) als nutartige Vertiefung, bevorzugt als T-Nut, und/oder zur Aufnahme zumindest eines Nutensteins ausgebildet ist und/oder wobei ein Nutenstein innerhalb der nutartigen Vertiefung verschiebbar ist. 25
 7. Vakuumpumpe (111) nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 5,
 8. Vakuumpumpe (111) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Eingriffsstruktur (225) einen Einführabschnitt (231) für ein Befestigungselement (237) aufweist und/oder wobei der Einführabschnitt (231) zum Einführen eines Befestigungselements (237) quer zum Längsverlauf der Eingriffsstruktur (225) ausgebildet ist und/oder wobei der Einführabschnitt (231) durch eine Unterbrechung der Querschnittsform (233), insbesondere durch eine Unterbrechung eines T-förmigen Querschnitts und/oder durch Weglassen von Vorsprüngen (235) zum formschlüssigen Hintergreifen eines Befestigungselements (237) gebildet ist. 30
 9. Vakuumpumpe (111) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die zumindest eine Eingriffsstruktur (225) durch Zerspanung erzeugt ist, bevorzugt durch Drehen und/oder Fräsen, weiter bevorzugt mit einem T-Nuten Fräser, und/oder wobei die Eingriffsstruktur (225) durch spanende Bearbeitung des Pumpenkörpers in dieses eingebracht ist. 35
 10. Vakuumpumpe (111) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Pumpenkörper gebildet ist durch ein Gehäuse (119, 121) sowie zumindest einer in und/oder an dem Gehäuse (119, 121) angeordneten Pumpenkomponente, insbesondere einer Mehrzahl von Pumpenkomponenten, und/oder wobei das Gehäuse (119, 121) mehrteilig ausgebildet ist und/oder wobei zumindest eine Pumpenkomponente als Rotor (149) und/oder das Gehäuse (119, 121) einen Stator bildet oder mit einem Stator verbunden ist und/oder wobei der Rotor (149) um eine Rotationsachse (151) drehend gelagert ist, die entlang der Längserstreckung des Pumpenkörpers und/oder durch dessen Gewichtsschwerpunkt (229) verläuft, insbesondere die mit einer Schwerachse des Pumpenkörpers zusammenfällt. 40
 11. Vakuumpumpe (111) nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Befestigungsvorrichtung an dem Gehäuse (119, 121) ausgebildet ist und/oder wobei das Gehäuse (119, 121) die zumindest eine Pumpenkomponente einfasst und/oder wobei das Gehäuse (119, 121) eine Längserstreckung und/oder einen eckigen 45

und/oder im Wesentlichen runden Außenumfang, bevorzugt einen kreisrunden Außenumfang, aufweist und/oder wobei die Längserstreckung des Gehäuses (119, 121) größer ist als ein Gehäusedurchmesser, insbesondere als ein mittlerer und/oder als der größte oder kleinste Gehäusedurchmesser. 5

12. Vakuumpumpe (111) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** 10
 der Pumpenkörper, insbesondere das Gehäuse (119, 121), im Bereich der und/oder angrenzend an die zumindest eine Eingriffsstruktur (225) eine Verstärkung aufweist und/oder wobei das Gehäuse (119, 121) im Bereich der und/oder angrenzend an die Eingriffsstruktur (225) eine größere Wandstärke aufweist als in den übrigen Gehäuseabschnitten. 15
13. Anordnung zur Handhabung und/oder Montage einer Vakuumpumpe (111), mit einem ein Tragmittel aufweisendes Hebezeug, mit einer Vakuumpumpe (111) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, mit zumindest einem in oder an der Eingriffsstruktur (225) verschiebbar positionierten Befestigungselement (237), bevorzugt einem Nutenstein, und mit einem Lastaufnahmemittel (239), das mit dem Befestigungselement (237) verbunden und bevorzugt als Augenschraube ausgebildet ist, wobei das Lastaufnahmemittel (239) bevorzugt mit dem Tragmittel verbunden ist. 20 25 30
14. Verfahren zur Handhabung und/oder Montage einer Vakuumpumpe (111), vorzugsweise nach einem der Ansprüche 1 bis 12 oder mit einer Anordnung nach Anspruch 13, 35
- bei dem ein Hebezeug über ein Befestigungselement (237), das in und/oder an einer Eingriffsstruktur (225) der Vakuumpumpe (111) angeordnet ist, mit der Vakuumpumpe (111) verbunden wird, 40
 - bei dem die Vakuumpumpe (111) durch das Hebezeug angehoben wird,
 - bei dem die Vakuumpumpe (111) durch Rotation um eine Längs- und/oder Rotor- und/oder Schwerachse (227) im Raum ausgerichtet wird und 45
 - bei dem durch die Rotation der Vakuumpumpe (111) im Raum das Befestigungselement (237) in und/oder an der Eingriffsstruktur (225) der Vakuumpumpe (111) geführt verschoben wird. 50

55

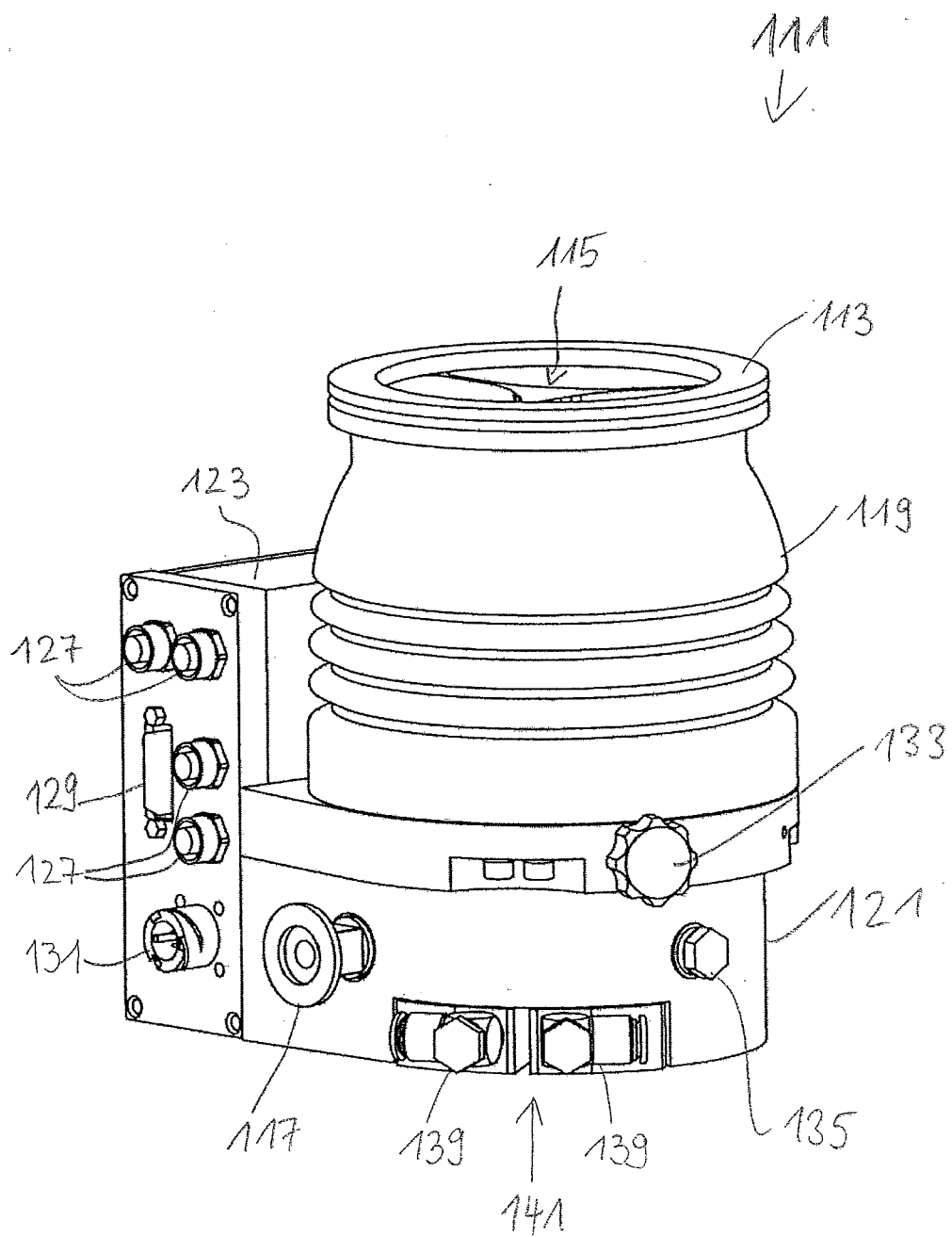


Fig. 1

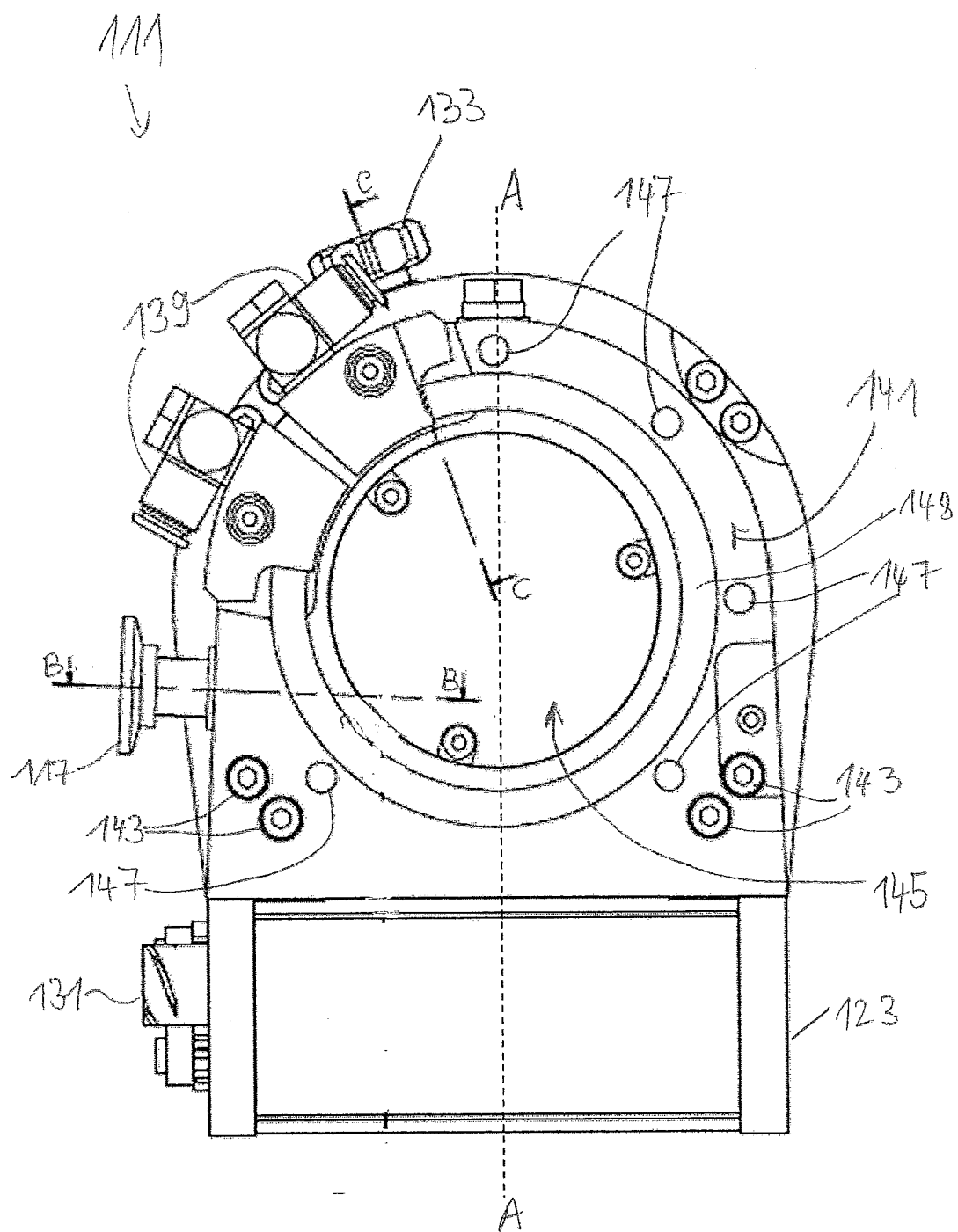


Fig. 2

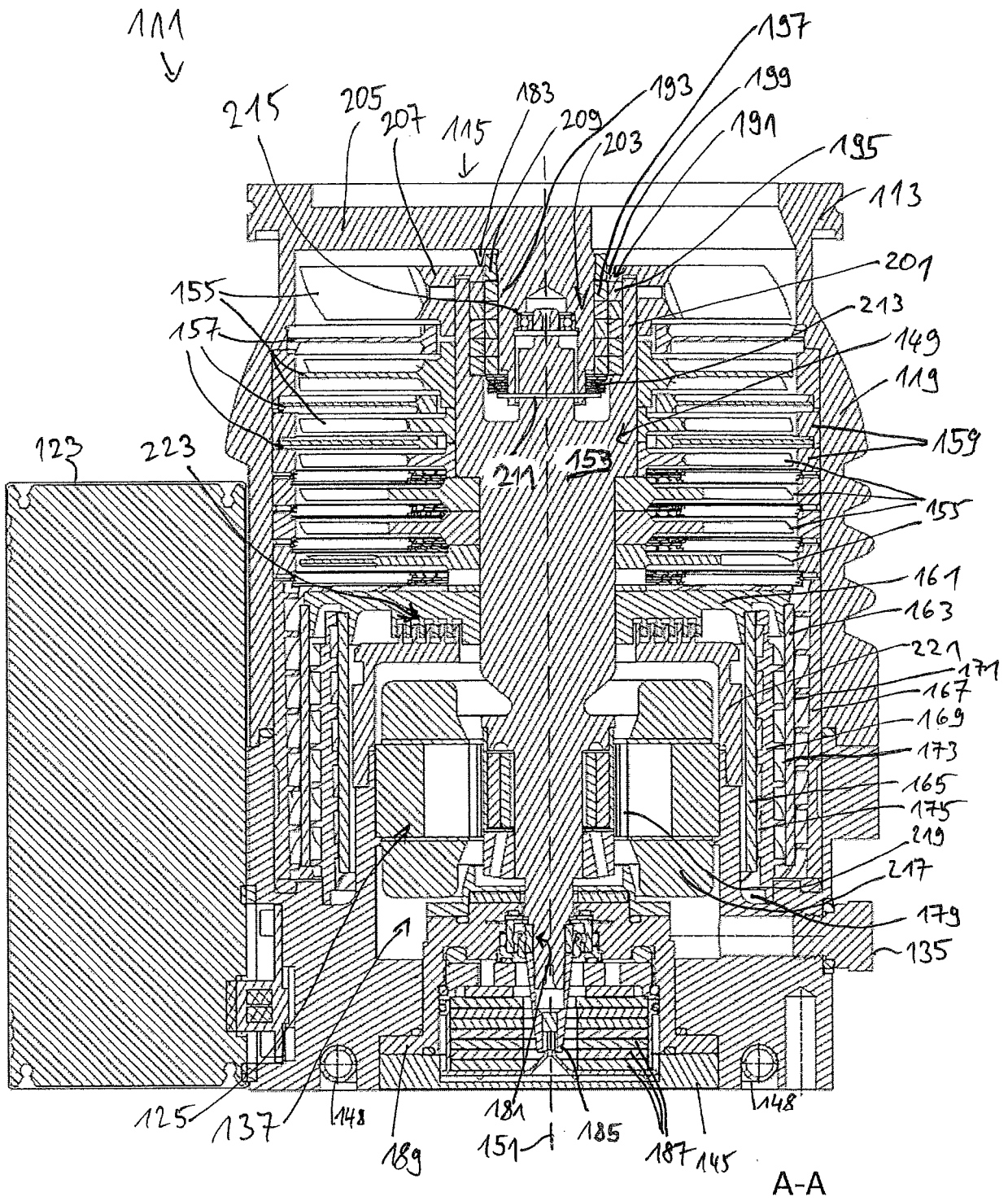


Fig.3

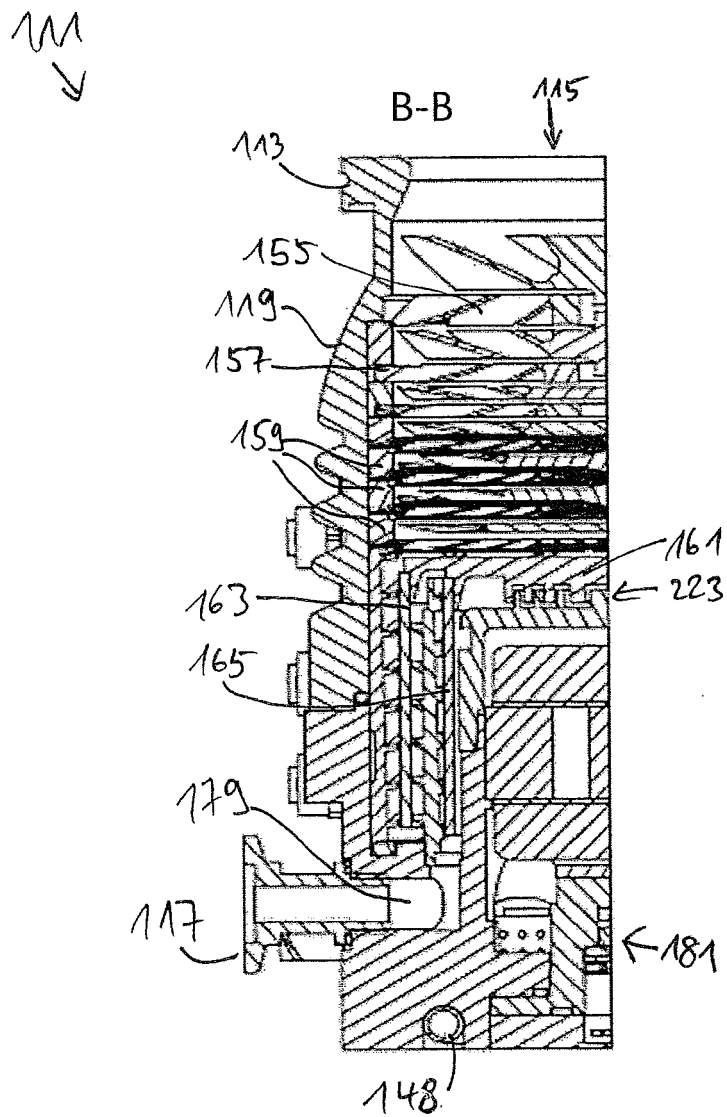


Fig. 4

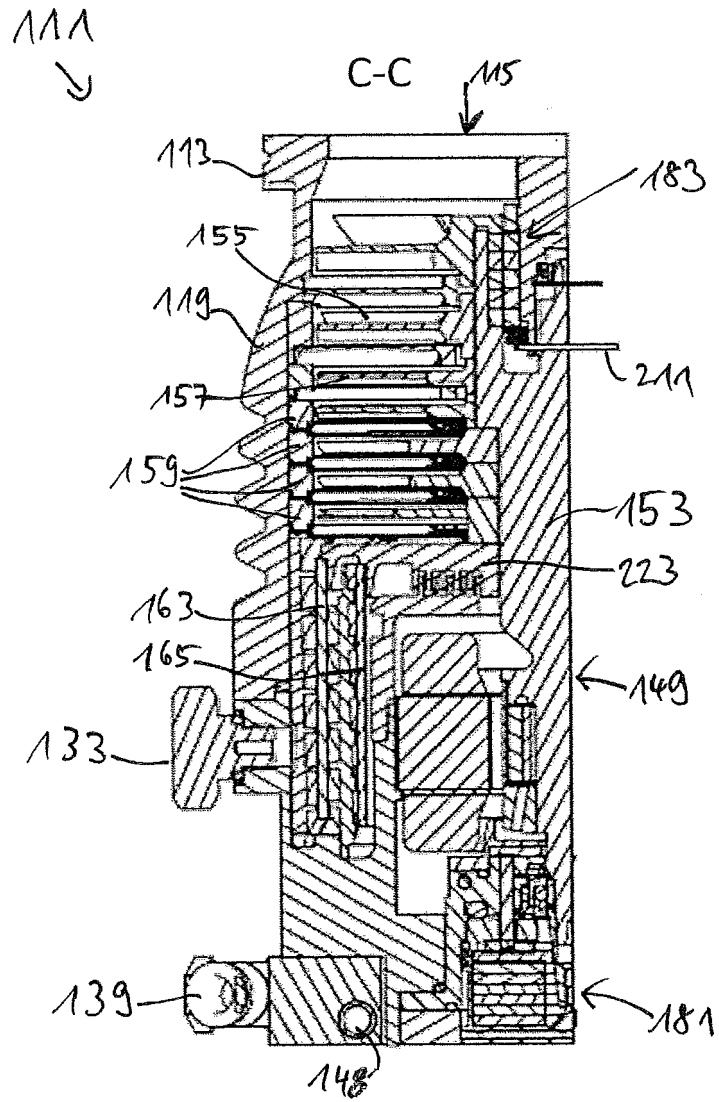


Fig. 5

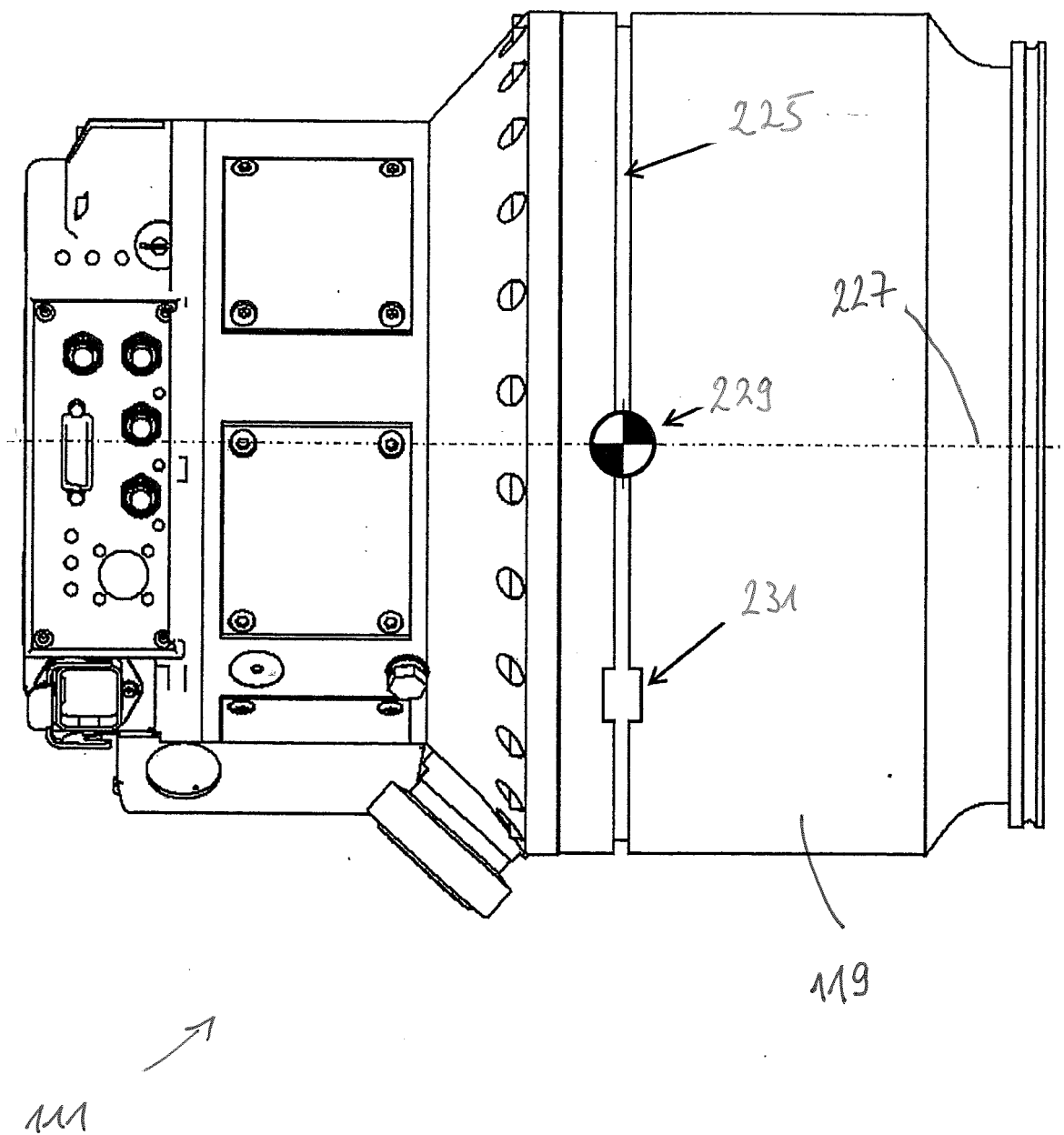


Fig. 6

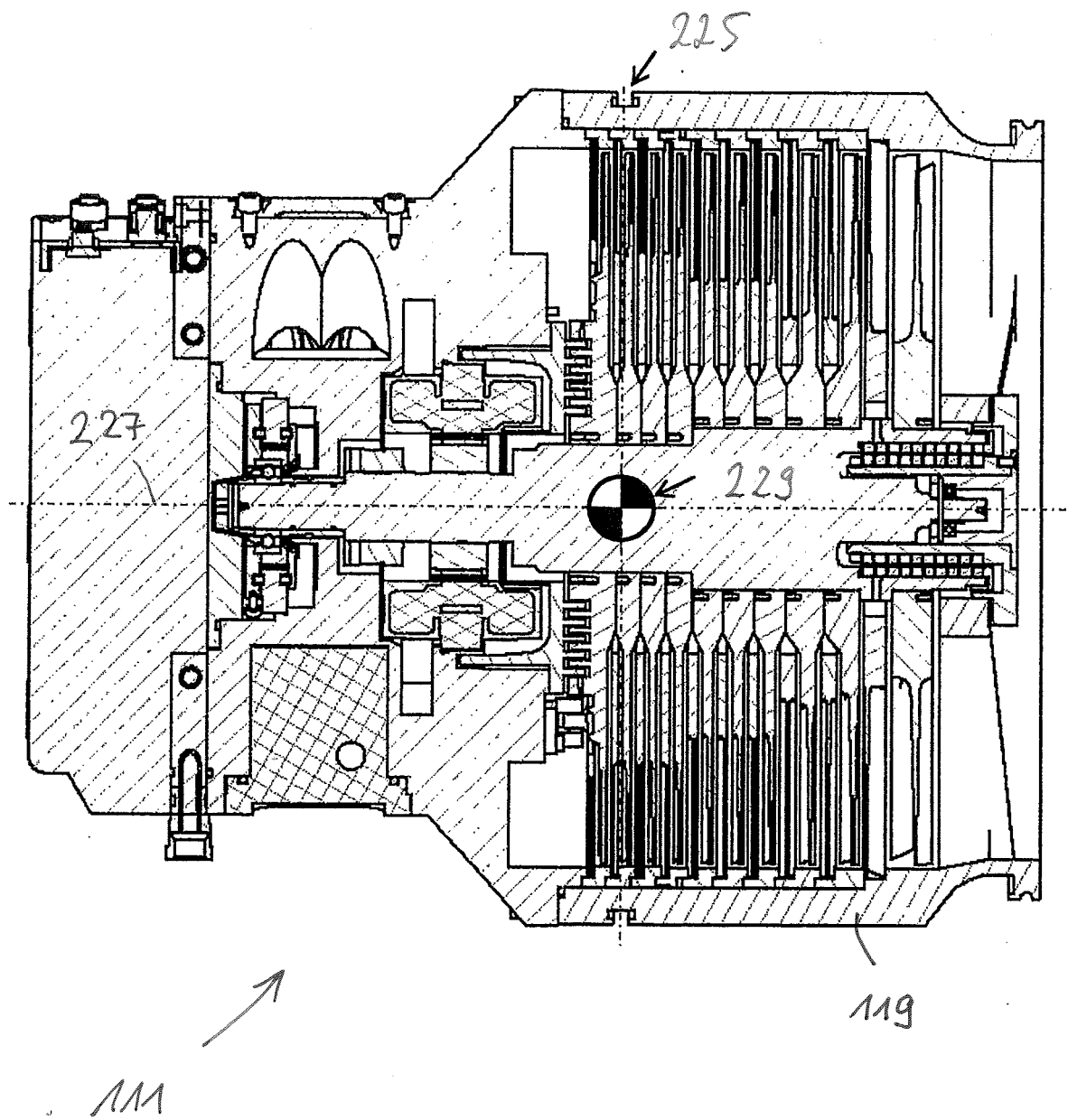


Fig. 7

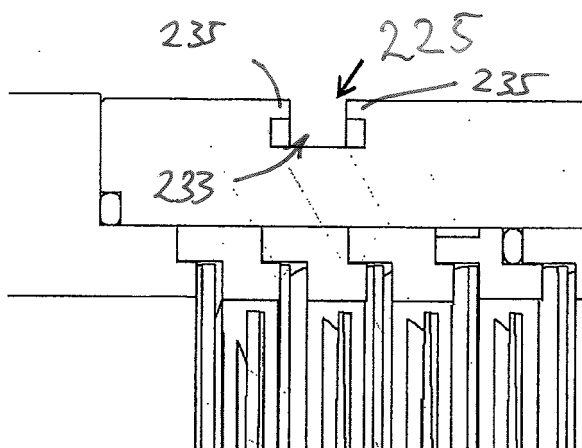


Fig. 8

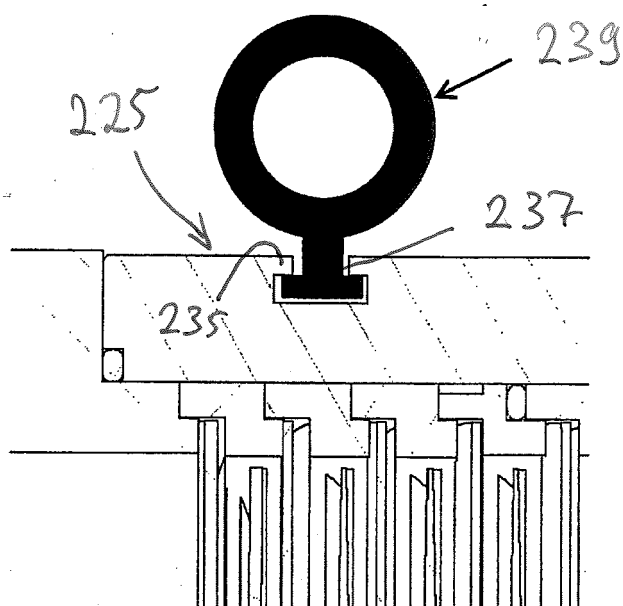


Fig. 9

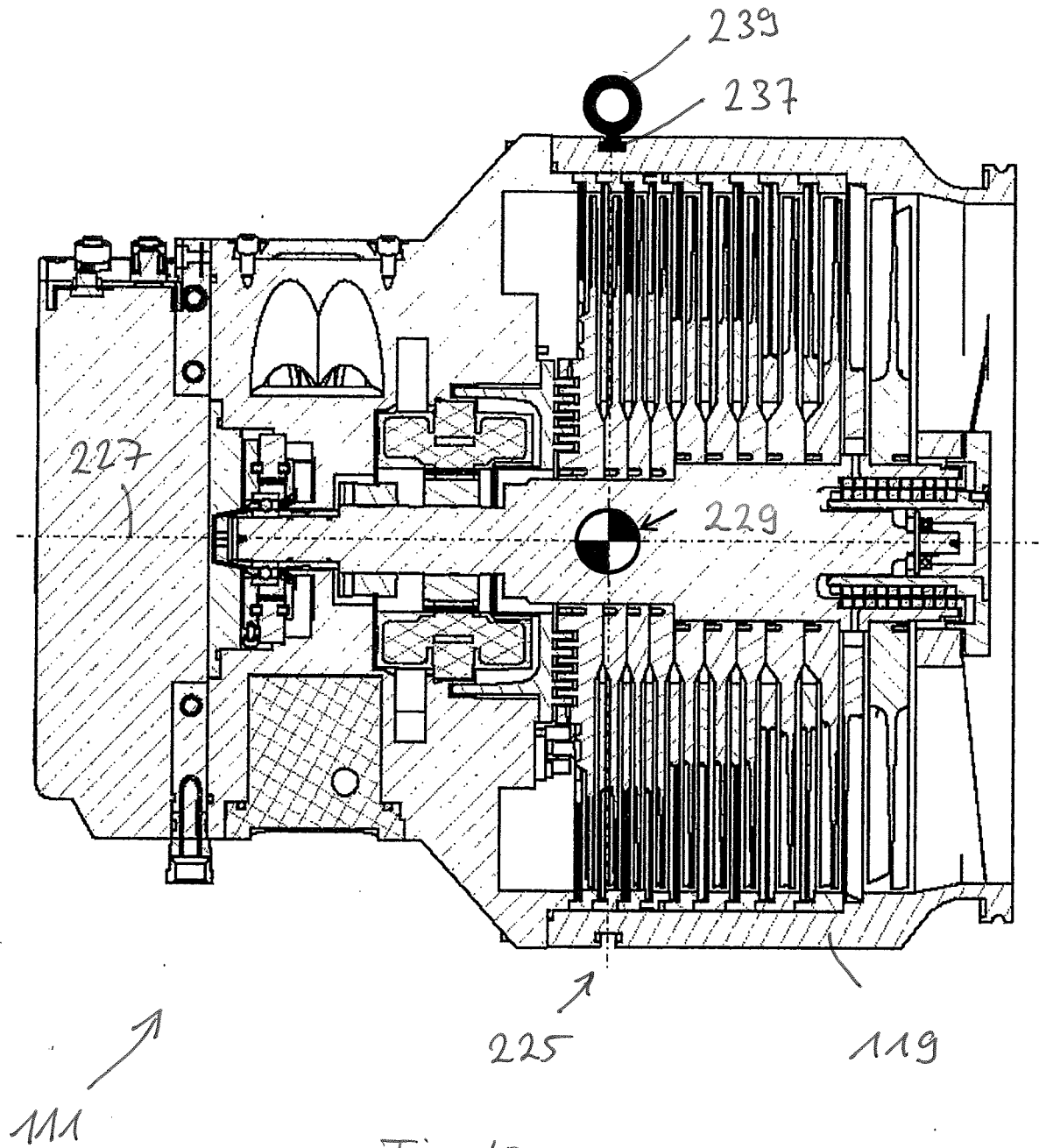


Fig. 10

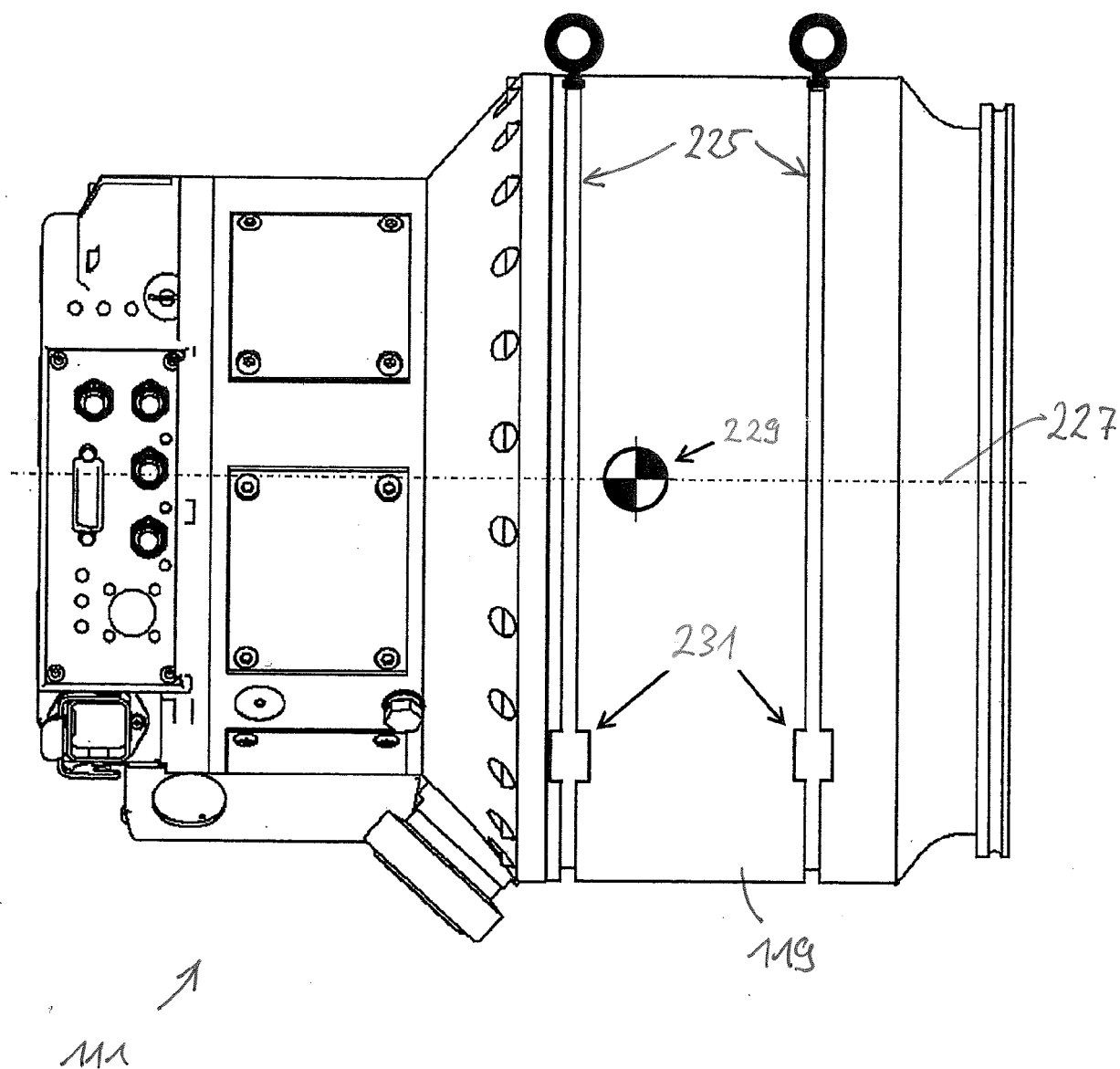


Fig. 11



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 20 3998

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 293 682 A2 (BOC TECHNOLOGIES LTD [JP]) 19. März 2003 (2003-03-19) * Absätze [0011], [0152] - [0154] * * Abbildung 5b *	1,4,5,8, 10-12	INV. F04D17/16 F04D19/04 F04D29/60 F04D29/52
X	EP 3 076 036 A1 (EDWARDS JAPAN LTD [JP]) 5. Oktober 2016 (2016-10-05) * Absatz [0040] * * Abbildung 3 *	1,4,5, 8-12	
A	JP 2010 255616 A (OTA YUKIO) 11. November 2010 (2010-11-11) * Abbildung 1 *	1-14	
A	US 2 462 765 A (OESTERLEIN WILLIAM J) 22. Februar 1949 (1949-02-22) * Abbildungen 2, 3 *	1-14	
A	EP 2 372 110 A2 (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 5. Oktober 2011 (2011-10-05) * Absatz [0030] * * Abbildungen 1, 2, 6, 18-21 *	1-14	
A	WO 2017/072449 A1 (SAFRAN AIRCRAFT ENGINES [FR]) 4. Mai 2017 (2017-05-04) * Seite 6, Zeile 28 - Seite 7, Zeile 13 * * Abbildungen 1, 8 *	1-14	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F04D B66C H02K F04B F04C F01D
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 23. Mai 2018	Prüfer De Tobel, David
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 17 20 3998

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

23-05-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1293682 A2	19-03-2003	EP 1293682 A2	19-03-2003
		JP 2003083249 A	19-03-2003
		KR 20030024622 A	26-03-2003
		US 2003053918 A1	20-03-2003
EP 3076036 A1	05-10-2016	CN 105723107 A	29-06-2016
		EP 3076036 A1	05-10-2016
		JP 6321949 B2	09-05-2018
		JP 2015105680 A	08-06-2015
		KR 20160092995 A	05-08-2016
		US 2016290351 A1	06-10-2016
		WO 2015079802 A1	04-06-2015
JP 2010255616 A	11-11-2010	KEINE	
US 2462765 A	22-02-1949	KEINE	
EP 2372110 A2	05-10-2011	EP 2372110 A2	05-10-2011
		GB 2479215 A	05-10-2011
		SG 174719 A1	28-10-2011
		US 2011241364 A1	06-10-2011
WO 2017072449 A1	04-05-2017	CA 3002908 A1	04-05-2017
		FR 3043000 A1	05-05-2017
		WO 2017072449 A1	04-05-2017

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82